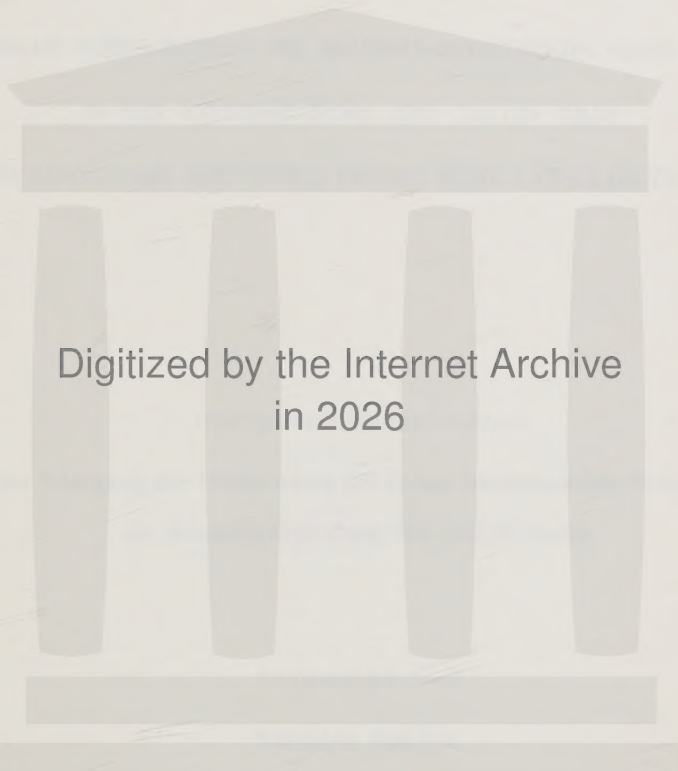


KRITISCHE BETRACHTUNG DER BEATMUNGSMETHODEN OHNE GERÄT
IN DER WIEDERBELEBUNG UND ERSTEN HILFE
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG IHRER LAIENTAUGLICHKEIT

von

THOMAS FLÖTER

1967



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554814_0006

Aus dem Institut für Anaesthesiologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

(Direktor: Prof. Dr. R. Frey)

KRITISCHE BETRACHTUNG DER BEATMUNGSMETHODEN OHNE GERÄT
IN DER WIEDERBELEBUNG UND ERSTEN HILFE
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG IHRER LAIENTAUGLICHKEIT

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

THOMAS FLÖTER

aus Berlin

MAINZ 1967

Dekan: Professor Dr. L. Diethelm

Referent: Professor Dr. R. Frey

Tag der mündlichen Prüfung: 2. Dezember 1967



Gesamtherstellung:

Ditters Bürodienst Mainz

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Historischer Rückblick	2
III. Physiologische Vorbemerkungen	3
A. Atemmechanik	4
B. Atemregulation	5
C. Kreislauf	6
IV. Kritische Gegenüberstellung der Beatmungsmethoden	7
A. Die Methoden und ihre Variationen	7
1. Die manuellen Verfahren	7
a) Silvester	7
b) Thomsen	8
c) Holger Nielsen	9
2. Die Atemspende	9
a) Mund-zu-Mund	10
b) Mund-zu-Nase	10
B. Bedingungen für ein ideales Beatmungsverfahren	11
1. Freie Atemwege	11
2. Ausreichende Lungenventilation und wirksamer Gasaustausch	14
3. Jederzeit kontrollierbarer Beatmungseffekt	16
4. Kombinierbarkeit mit äußerer Herzmassage	17
5. Unschädlichkeit für den Beatmeten	20
6. Universelle und sofortige Anwendbarkeit	21
7. Unabhängigkeit von Hilfsmitteln	22
8. Laientauglichkeit	23
a) Zumutbarkeit für den Laienhelfer in ästhetischer und hygienischer Hinsicht	23
b) Gute Lehrbarkeit, leichte Erlernbarkeit	23
c) Geringer Energieaufwand für den Beatmer	25
V. Versuche über die Laientauglichkeit	26
A. Belastung	26
1. Methodik	26
2. Durchführung	27

	Seite
3. Ergebnisse	28
a) objektiv	28
b) subjektiv	33
B. Erlernbarkeit	34
1. Methodik	34
2. Durchführung	34
3. Ergebnisse	36
VI. Diskussion des Problems Laientauglichkeit	40
VII. Schlußfolgerungen	41
VIII. Zusammenfassung	44
IX. Literaturverzeichnis	45
X. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	57

I. EINLEITUNG

Nach jahrzehntelangem Stillstand auf dem Gebiet der Wiederbelebung in der Ersten Hilfe zeichnet sich seit der Wiedereinführung der Atemspende durch Elam und Safar (1954 und 1956) und der Beschreibung der äußeren Herzmassage durch Kouwenhoven (1960) eine erfolgreiche Weiterentwicklung in der Behandlung des akuten Atem- und Kreislaufstillstandes ab (35, 158, 106). Die Erfahrungen der Anaesthesiologie und der modernen Thoraxchirurgie über die physiologischen und pathophysiologischen Wechselwirkungen zwischen Atmung und Kreislauf waren ausschlaggebende Faktoren für eine gründliche Untersuchung und Erneuerung der Wiederbelebungsmethoden. Nicht zuletzt zwingt die ständige Zunahme der Unfälle, die Verfahren zur Rettung des akut bedrohten Lebens ständig neu zu überprüfen, da zweifellos ein großer Teil der tödlichen Ausgänge vermieden werden könnte, wenn dem Ersthelfer eine Beatmungsmethode in die Hand gegeben würde, mit der in jedem Fall freie Atemwege und eine optimale Lungenventilation garantiert werden können, die für den Laien leicht zu erlernen ist und die er im Ernstfall ohne Schwierigkeiten durchführen kann.

Es liegt schon eine Reihe experimenteller Untersuchungen über den physiologischen Wert der einzelnen Verfahren mit vergleichenden Angaben über Durchlüftungsgrößen, Sauerstoffsättigung und Kohlensäurespannung der Alveolarluft und des arteriellen Blutes vor (23, 35, 58, 67, 72, 94, 125, 134, 158, 181 u.a.). Weiterhin finden sich Studien über das Verhalten der Luftwege bei den verschiedenen Manipulationen (4, 73, 117, 140, 145, 151, 161, 180 u.a.). Nur der praktischen Seite wurde bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Jede Beatmungsmethode muß, ehe sie zum allgemeinen Gebrauch empfohlen werden kann, auf ihre Laientauglichkeit geprüft werden - d.h., eine Beatmungsmethode in der Ersten Hilfe muß folgende Bedingungen erfüllen: 1. Der Laienhelfer muß bereit sein, sie ohne Zögern im Ernstfalle anzuwenden; 2. Sie muß gut lehrbar und leicht erlernbar sein; 3. Sie muß auch bei Dauerbeatmung zu einer möglichst geringen körperlichen Belastung des Helfers führen.

Unter diesen Gesichtspunkten untersuchten Gordon und Karpovich nur die indirekten, manuellen Methoden (Schäfer, Silvester, Holger Nielsen und die verschiedenen Hüftzug-Preß-Verfahren nach Emerson) (68, 69, 70, 95, 96), Safar, Elam und Dam nur die direkten Methoden (die Methoden der Atemspende und ihre Variationen) (25, 26, 27, 36, 39, 41, 159). Andere Auto-

ren beschränkten sich auf nur spekulative, auf die Erfahrung aufbauende, experimentell nicht begründete Aussagen zu diesem Problemkreis.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den einzelnen in Deutschland angewandten Beatmungsmethoden in bezug auf ihre Erlernbarkeit durch den Laien und die physische Belastung des Beatmers zu finden. Weiterhin soll festgestellt werden, welches der Verfahren im Katastrophenfalle spontan angewandt wird.

II. HISTORISCHER ÜBERBLICK

Nicht zu Unrecht galt im Altertum das "Pneuma" als die eigentliche Lebenssubstanz, denn seit Jahrtausenden wußte man, daß der Mensch zwar wochenlang ohne zu essen, einige Tage ohne zu trinken, aber nur wenige Minuten ohne zu atmen leben kann. Allerdings finden sich in der Literatur kaum Angaben über Wiederbelebungsverfahren, da man glaubte, daß ein Atemstillstand gleichbedeutend mit dem Tode sei - war doch das "Pneuma" entwichen. Die Mittel, derer man sich damals bediente, wirkten hauptsächlich durch eine Reizung der Haut und Schleimhäute auf die übergeordneten vegetativen Zentren - wie z.B. Eingießen von Essig und Pfeffer oder Einblasen von scharf riechenden Substanzen (z.B. Salmiakdämpfen) in die Nase, Erwärmen des Körpers durch heiße Umschläge oder kräftiges Reiben. Eine reflektorische Erregung der vegetativen Zentren, wie sie auch heute noch in der Geburtshilfe vielfach angewandt wird (Wechselbäder, Beklopfen des Rückens), kann nur dann wirksam sein, wenn keine Lähmung der sensiblen Bahnen und Zentren vorliegt. Um bei Ertrunkenen das verschluckte oder aspirierte Wasser zu drainieren, gab man Brechmittel, hängte die Verunglückten an den Füßen auf, rollte sie über eine Tonne oder band sie auf Pferde, die man zum Laufen antrieb - alles Methoden, die eher geeignet waren, dem Scheintoten zu schaden als ihm zu nützen. Als Kuriosum unter den vegetativen Stimulantien soll noch das Tabakklistier bzw. das orale und anale Einblasen von Tabakrauch erwähnt werden, ein Verfahren, das ab Mitte des 18. Jahrhunderts sehr in Mode war (79, 81, 100), zu Beginn des 19. Jahrhunderts aber wieder fallengelassen wurde, als man die Toxizität einer analen Tabakinfusion erkannte.

Als einzige wirkliche Beatmungsmethode war bis in neuere Zeit nur die direkte Beatmung mit dem Mund bekannt. Die Atemspende ist die älteste Beatmungsmethode überhaupt - schon im Alten Testament ist sie erwähnt (3), und in der Literatur finden sich immer wieder Berichte über eine erfolgreiche

Durchführung (29, 79, 81, 89, 100, 186, 187). Die direkten Beatmungsmethoden wurden aber jahrhundertlang fast ausschließlich (wenn überhaupt) in der Geburtshilfe zur Behandlung asphyktischer Neugeborener verwandt.

Neben der direkten Mundbeatmung galt der Blasebalg als das einzige Mittel, die Lungen mit Luft zu füllen. Durch unsachgemäße Anwendung - zu große Insufflationsdrucke - waren häufig Zwischenfälle durch Luftemphysem und Lungenrupturen mit Blutungen zu beobachten. So ist es zu erklären, daß die mechanische Blasebalgmethode Mitte des 19. Jahrhunderts ganz verlassen wurde und man sich den indirekten, manuellen Verfahren zuwandte, bei denen bewußt die Elastizität und natürliche Ausdehnungsfähigkeit des Thorax zur passiven Durchlüftung der Lungen benutzt wurden. Hier seien nur einige in chronologischer Reihenfolge aufgezählt - eine Beschreibung der wichtigsten Verfahren folgt weiter unten (vgl. S. 7): Silvester (1858), Howard (1871), Schäfer (1903), Holger Nielsen (1932), Eve und Killick (1933), Howard-Variation nach Thomsen (1934), Emerson (1948). Zwischen diesen Methoden und deren Varianten wurde im Laufe der Zeit in den einzelnen Ländern verschieden häufig gewechselt, wohl weil man sich nie ganz darüber klar war, welches nun eigentlich das wirksamste Verfahren sei. Die Methoden der Atemspende wurden nur noch vereinzelt als Ausweichmöglichkeit angegeben (98, 186).

Erst 1954 und 1956 wurde die Mund-zu-Mund-Beatmung von verschiedenen Gruppen in den USA und Skandinavien wiederentdeckt und wissenschaftlich fundiert (Elam, Safar, Greene, Gordon, Ruben). In Deutschland wurde die Atemspende von Frey eingeführt; durch Ulmer und Mitarbeiter wurden die amerikanischen Ergebnisse später überprüft und ergänzt 1).

III. PHYSIOLOGISCHE VORBEMERKUNGEN

Das eigentliche Ziel jeder künstlichen Beatmung ist es nicht, möglichst viel Sauerstoff in die Lungen eines mangelhaft oder gar nicht atmenden Menschen zu bringen, sondern die Wiederaufnahme der Spontanatmung zu erreichen. Voraussetzung dafür sind natürlich eine funktionsfähige Lungenoberfläche mit erhaltener Gasdiffusion und ein funktionsfähiger Lungenkreislauf. Zur Beurtei-

1) Weitere geschichtliche Literatur: 15, 29, 42, 43, 53, 79, 81, 98, 100, 102, 175, 179.

lung der Zusammenhänge seien einige physiologische Grundlagen der normalen Atmung vorausgeschickt.

Unter dem Begriff "Atmung" werden drei verschiedene Vorgänge zusammengefaßt:

1. Ventilation (Luftwechsel in den Lungen)
2. Respiration (O_2 - CO_2 -Austausch zwischen Alveolarluft und Blut, Gasaustausch in engerem Sinne)
3. Gewebeatmung (O_2 - CO_2 -Austausch zwischen Blut- und Körperzellen)

A. ATEMMECHANIK

Auch ohne Atembewegungen erfolgt über begrenzte Zeit ein Gasaustausch in den Alveolen. Bei dieser sog. Diffusionsatmung unterliegt der Gaswechsel zwischen der Alveolarluft und dem Blut in den Lungenkapillaren rein physikalischen Gesetzen - Sauerstoff- und Kohlendioxidmoleküle diffundieren durch die Alveolarwand vom höheren zum niedrigeren Partialdruck, d.h. O_2 gelangt ins Blut, CO_2 wird in die Alveolarluft abgegeben. In einer künstlich mit Sauerstoff angereicherten Atmosphäre wäre so zwar die Oxygenation des Blutes sichergestellt, da durch die O_2 -Aufnahme des Blutes ("Hämoglobinpumpe") dauernd ein Druckgefälle zwischen Trachea und Alveolen erzeugt wird und so laulend O_2 nachströmen kann, die Kohlensäureelimination aber wäre empfindlich gestört: ein Austausch zwischen Blut und Alveolarluft kann immer nur bis zum Gleichgewicht erfolgen, da ein Mechanismus zur Aufrechterhaltung der nötigen Druckdifferenz hier nicht vorhanden ist. Ohne Schaden kann eine solche Diffusionsatmung höchstens für 15 Minuten ertragen werden (174). Die Atembewegungen dienen in körperlicher Ruhe also hauptsächlich dem CO_2 -Abtransport - es wird ständig für das nötige Partialdruckgefälle gesorgt. Die Inspiration erfolgt aktiv durch Erweiterung des Brustraumes - Heben der Rippen und Tieftreten des Zwerchfells; der so entstandene intrathorakale Unterdruck läßt die Außenluft unter normalem atmosphärischen Druck einströmen. Die Expiration geht normalerweise durch die elastischen Kräfte des Thorax und der Lungen passiv vor sich. Das elastische System ist allerdings auch in umgekehrter Richtung wirksam - bei aktiver (maximale Expiration) oder passiver (Thoraxkompression) Verkleinerung des Brustraumes kehrt der Thorax wieder in seine Mittellage zurück. Es ist also möglich, unter Ausnutzung sowohl des inspiratorischen als auch des expiratorischen Reservevolu-

mens Luft in die Lungen zu bringen, eine Tatsache, die für die künstlichen Beatmungsmethoden von besonderer Wichtigkeit ist (135, 193).

B. ATEMREGULATION

Auf zwei verschiedene Arten wird die natürliche Lungenventilation reguliert:

1. nervös
2. humoral

ad 1) für die zentralnervöse Koordination von Atemrhythmus, Frequenz und Tiefe ist das Atemzentrum im Zwischenhirn und verlängerten Mark verantwortlich; dieses wird noch weiter in ein inspiratorisches, expiratorisches und übergeordnetes (pneumotaktisches) Zentrum unterteilt. Von hier erfolgt eine inspiratorische Dauerinnervation, die von periodischen Hemmungsvorgängen - teils zentral, teils peripher (Dehnungsrezeptoren der Lunge) ausgelöst - rhythmisch unterbrochen wird.

Diese Vorgänge sind aber bei der Betrachtung der künstlichen Beatmungsmethoden weniger wichtig. Von ausschlaggebender Bedeutung dagegen ist hier die chemische Regulation.

ad 2) Die Größe des Minutenvolumens der Atmung ist abhängig von folgenden drei Faktoren:

- a) CO_2 -Spannung
- b) O_2 -Partialdruck
- c) pH

Die zentralen, im Atemzentrum selbst gelegenen Chemorezeptoren reagieren hauptsächlich auf CO_2 -Überschuß und Erniedrigung des pH, während die peripheren (Glomus caroticum, Glomus aorticum) besonders gegen die Abnahme des Sauerstoffpartialdruckes empfindlich sind. Die dominierende Rolle bei der Atemregulation hat normalerweise die CO_2 -Spannung - Überschuß führt zu Steigerung, Mangel zu Verminderung des Minutenvolumens; eine Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration des Blutes durch nicht flüchtige Säuren (Anhäufung saurer Stoffwechselprodukte = metabolische Acidose) wirkt sich natürlich in gleichem Sinne aus, da ja die CO_2 -Wirkung auf das Atemzentrum nichts anderes als eine Wasserstoffionenwirkung ist, nur macht sich die Kohlensäure wegen ihrer hohen Diffusionsfähigkeit in den Geweben am stärksten bemerkbar. Dem CO_2 -Partialdruck genau entgegengesetzt wirkt

die Sauerstoffsättigung des Blutes. Die Verminderung der O_2 -Spannung bis 80 mm Hg spielt zwar eine relativ geringe Rolle, niedrigere Werte aber führen zu einem erheblichen Anstieg des Atemminutenvolumens. Sinkt die O_2 -Konzentration des arteriellen Blutes unter 50% des Normalwertes ab, so tritt ebenso wie bei einer Erhöhung der CO_2 -Spannung auf über 80 mm Hg eine schwere Beeinträchtigung des Bewußtseins ein. Reine Sauerstoffgaben bringen zwar die Hypoxämie (und damit die Cyanose) zum Verschwinden, die Hyperkapnie und die respiratorische Acidose aber verstärken sich, und der Patient erstickt (8, 19, 23, 174).

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, daß mit künstlicher Beatmung das gestörte Gleichgewicht zwischen O_2 und CO_2 wieder hergestellt werden muß. Nur eine Oxygenation des Blutes genügt also nicht. Die Kohlensäureelimination ist ebenso wichtig.

Das Ziel jeder künstlichen Beatmung sollte die Wiederherstellung des normalen Gasaustausches in der Lunge sein.

C. KREISLAUF

Die Wiederherstellung der normalen Blutgasverhältnisse in der Lunge ist zwecklos, wenn das Herz seine Tätigkeit eingestellt hat und der Kreislauf stillsteht; die Transportfunktion des Blutes ist unterbrochen, Sauerstoff gelangt zwar noch in die Lunge, erreicht aber nicht mehr die lebenswichtigen Organe, und umgekehrt steigt die Kohlensäure zu bedrohlichen Konzentrationen in den Geweben an, da sie nicht abtransportiert wird. Von einer idealen Beatmungsmethode ist also auch zu fordern, daß sie mit Maßnahmen zur Kreislaufwiederbelebung kombiniert werden kann.

Die Verknüpfungen von Atmung und Kreislauf sind mannigfach; hier seien außer der eben schon erwähnten Transportfunktion des Blutes nur noch die beiden für die Betrachtung der künstlichen Beatmungsmethoden wichtigsten Fakten angeführt.

1. Über die Chemo- und Pressorezeptoren des Aortenbogens und des Carotissinus werden sowohl bei O_2 -Mangel oder CO_2 -Überschuß als auch bei einer Blutdrucksenkung in diesem Gebiet reflektorisch Atmung, Blutdruck und Herzfrequenz reguliert. Und zwar steigt bei Asphyxie zuerst der arterielle Blutdruck bis auf 50% des Normalwertes an, gefolgt von einem venösen Druckanstieg, der erst bei zunehmender Myokardhypoxie auftritt; die dynamische Herzinsuffizienz führt schließlich zum Zusammenbruch des Kreislaufs, der

Blutdruck fällt innerhalb von wenigen Sekunden auf Null ab. Das linke Herz versagt wegen seiner geringeren Koronarreserven vor dem rechten (57, 83).

Ein Atemstillstand zieht innerhalb von wenigen Minuten einen Herzstillstand nach sich, und umgekehrt folgt in weniger als einer Minute einem Herzversagen das Aussetzen der Atmung (Schädigung der zentralen Kreislauf- und Atemregulation). Diesen *circulus vitiosus* gilt es so schnell wie möglich zu durchbrechen: "Gebt dem Herzen Blut und dem Blut Sauerstoff" (Gordh).

2. Die hämodynamische Verknüpfung von Atmung und Kreislauf ergibt bei jeder inspiratorischen Druckerniedrigung im Brustraum ein Ansaugen von Blut durch die Hohlvenen in den rechten Vorhof (57, 173, 174, 176, 191). Eine Änderung der intrathorakalen Druckverhältnisse muß also eine Veränderung des Kreislaufs nach sich ziehen.

IV. KRITISCHE GEGENÜBERSTELLUNG DER BEATMUNGSMETHODEN

Hier sollen nur die wichtigsten Methoden berücksichtigt werden, die in den Lehrplänen der deutschen Rettungsorganisationen zur Ausbildung vorgesehen sind, nämlich drei manuelle Methoden (Silvester, Thomsen, Holger Nielsen) und die zwei Möglichkeiten der Atemspende ohne apparative Hilfsmittel (Mund-zu-Mund und Mund-zu-Nase).

A. DIE METHODEN UND IHRE VARIATIONEN

1. Die manuellen Verfahren

a) Silvester (Abb.2)

Von der ältesten manuellen Wiederbelebungs-methode (1858) sind im Laufe der Zeit eine große Zahl von Varianten entwickelt worden, wie z.B. Silvester-Brosch (1896), Silvester-Brosch-Koch (1924), Silvester-Brosch-Meyer, Silvester-Vigliani (1924), Silvester-Variante Beuthen (1926). Hier sei nur die Methode Silvester-Brosch beschrieben, da sie am weitesten verbreitet ist (11, 80, 115, 168, 195).

Der Verunglückte liegt in Rückenlage, eine Decke wird zusammengerollt (Durchmesser ca. 12 cm) unter seine Schulterblätter geschoben, so daß der Kopf im Atlanto-Occipitalgelenk überstreckt wird. Der Helfer kniet am Kopf

des Bewußtlosen (und zwar zur Erleichterung der eigenen Beweglichkeit nur auf einem Knie), greift dessen Ellbogengelenke von außen (Daumen liegen in der Ellenbeuge), legt die Unterarme gekreuzt auf den Thorax und übt so auf die unteren Rippen durch Verlagerung seines Körpergewichtes (Arme des Helfers bleiben gestreckt) einen kräftigen Druck aus (Expiration, Kommando "21"). Tiefes Herumführen der Arme ("22") bis über den Kopf führt durch Zugwirkung des Bandapparates und der Muskulatur der Schulter- und Brustregion auf die Rippen zur Inspiration ("23"). Dabei setzt sich der Helfer auf seine Ferse, er kann so für einen Moment entspannen, und Ermüdungserscheinungen machen sich bei längerer Beatmung nicht so schnell bemerkbar. Bei Kommando "24" werden die Arme wieder nach vorn geführt und im Ellbogengelenk gebeugt auf die untere Thoraxpartie gelegt. Ein Beatmungszyklus mit aktiver Ex- und Inspiration ist vollendet. Es soll mit einer Frequenz von 9 bis 13 pro Minute beatmet werden - eine Steigerung führt nach Fruhmann und Gordon nicht zur Vergrößerung des Minutenvolumens, da bei höherer Frequenz die einzelnen Atemvolumina abnehmen sollen (58, 63). Nach den neuesten skandinavischen Untersuchungen aber wird für Silvester und die beiden folgenden manuellen Methoden eine Frequenz von 18/Min. als optimal empfohlen (121).

b) Thomsen (Abb.3)

Diese Variation der Howard-Methode (1871) wurde 1934 von Thomsen angegeben und ist seither von ihm noch häufig verändert worden. Hier soll die Original-Thomsen-Methode beschrieben werden (80, 177, 195) (mit nur geringen Änderungen), da die meisten Varianten mehr Nachteile als Vorteile haben und daher selten anwendbar sind; z.B. führt das Einklemmen eines Armes des Verunglückten zwischen die Oberschenkel des Beatmers sehr leicht zu Luxationen oder Frakturen des Oberarms.

Der Verunglückte wird in Rückenlage gebracht, seine Arme werden seitlich neben dem Kopf hochgelagert, eine Decke unter den Schulterblättern läßt den Kopf herabhängen. Der Helfer kniet, ebenso wie bei der Silvester-Methode, vor dem Kopf, legt seine Hände seitlich (mit geschlossenen Fingern) so auf die unteren Rippen, daß die Fingerspitzen nach lateral und etwas nach caudal zeigen. Dann übt er durch Verlagerung des Körpergewichtes mit gebeugten Armen einen Druck nach medial, caudal, dorsal auf den Thorax aus (Expiration, Kommando "21", "22"). Der Druck soll langsam gesteigert werden. Auf Kommando "23", "24" nimmt der Beatmer den Oberkörper zurück und setzt sich auf seine Ferse, dabei wird der Druck auf den Thorax

schnell freigegeben; der Helfer darf sich wegen der Gefahr von Rippenbrüchen nicht vom Brustkorb abstoßen. Bei dieser Methode erfolgt nur die Expiration aktiv, die Inspiration dagegen passiv, da der Verunglückte bereits in eine inspiratorische Ausgangslage gebracht wurde. Wird ein Arm dagegen zwischen die Oberschenkel des Helfers geklemmt, erfolgt beim Zurücknehmen des Oberkörpers auch eine aktive Inspiration (mit vergrößerten Atemvolumina).

c) Holger Nielsen (Abb.1)

Der dänische Oberst Holger Nielsen gab 1932 diese Wiederbelebungs-methode in Bauchlage an. Sie hat in Skandinavien und USA zunehmend das Verfahren nach Silvester verdrängt. In Deutschland wurde sie als Methode der Wahl erst in den Fünfziger Jahren vom Roten Kreuz eingeführt (45, 80, 118, 171, 195).

Der Verunglückte liegt in Bauchlage, der seitlich gedrehte, in den Nacken überstreckte Kopf liegt auf den übereinandergelegten Händen, so daß die Arme abgewinkelt sind. Einige kurze, kräftige Schläge zwischen die Schulterblätter sollen den Vorfall der Zunge und die Herausbeförderung von Fremdkörpern aus dem Mund bewirken. Der Helfer kniet mit einem Bein 10 cm vor dem Kopf, das andere hat er neben dem Ellbogen des zu Beatmenden aufgestellt. Er legt seine Hände geschlossen, parallel der Wirbelsäule auf die unteren Rippen, hält die Arme gestreckt und komprimiert den Thorax durch Vorverlagerung seines Körpergewichtes (Kommando "21"), bei "22" wird der Oberkörper zurückgenommen und die Ellbogen gefaßt; bei "23" zieht der Helfer die Arme nach oben und auf sich zu, bis ein Widerstand in den Schultern des Beatmeten spürbar wird, er setzt sich dabei auf seine Ferse (seine Arme bleiben gestreckt). Es muß darauf geachtet werden, daß die Hände und der Kopf des Verunglückten unverändert am Boden liegen bleiben, da bei Verrutschen des Kopfes oder gar Abheben des Oberkörpers vom Boden eine progressive Verlegung der oberen Luftwege und Schürfverletzungen des Gesichtes auftreten können. Dann werden die Arme wieder abgesetzt und der Helfer legt seine Hände erneut auf die Rippen ("24").

2. Atemspende

Unter dem Sammelnamen "Atemspende" werden alle die Methoden zusammengefaßt, bei denen der Helfer seine eigene Ausatemungsluft in die Lungen des Verunglückten bläst, teils mit, teils ohne apparative Hilfsmittel. Im einzelnen handelt es sich um folgende Beatmungsarten:

- a) Mund-zu-Mund
- b) Mund-zu-Nase
- c) Mund-zu-Tubus
- d) Mund-zu-Maske

Die beiden letzten Methoden sollen hier unberücksichtigt bleiben, da sie an Hilfsmittel gebunden sind und so nur der Klinik und dem ausgerüsteten Berufshelfer vorbehalten bleiben müssen.

Zur geschichtlichen Entwicklung dieser Methoden vgl. S.2 f.

a) Mund-zu-Mund (Abb.4)

Das Vorgehen bei der Atemspende wird verschieden angegeben. Wie detaillierte Untersuchungen gezeigt haben, ist folgende Technik am zweckmäßigsten (1, 53, 65, 132, 172, 182, 188): Die Atemspende ist prinzipiell in jeder Lagerung durchführbar, nur muß der Kopf des Verunglückten erreichbar sein. Wenn es möglich ist, wird sie jedoch in Rückenlage ausgeführt. Der Kopf des Verunglückten wird maximal rekliniert, am einfachsten, indem man mit einer Hand den Nacken anhebt und mit der anderen die Stirn herabdrückt. Diese Hand bleibt an der Stirn-Haargrenze liegen und fixiert die Kopfstellung, die andere zieht den Unterkiefer am Kinn nach vorn und öffnet gleichzeitig den Mund. Der Helfer, der seitlich neben dem Kopf kniet, atmet tief ein, setzt seinen Mund auf den des Patienten und bläst ihm Luft in die Lungen. Der Mund des Retters muß weit geöffnet sein, um den 1-2 cm geöffneten Mund des Verletzten ganz zu umschließen, die Wange des Helfers preßt sich zum Abdichten beim Einblasen automatisch gegen die Nase des Bewußtlosen. Wenn der Beatmer sieht oder fühlt, daß der Thorax sich bewegt, hebt er seinen Mund ab und läßt den Verunglückten passiv ausatmen. Kopf und Kiefer müssen auch beim Ausströmen der Luft in derselben Stellung gehalten werden, da sonst die Ausatmung behindert ist. Um eine Magenblähung zu vermeiden, soll der Druckaufbau langsam geschehen. Der Helfer soll doppelt so tief einatmen wie normal und 12- bis 15 mal pro Minute in die Lungen des Verunglückten blasen. Zum Vorziehen des Unterkiefers hat es sich als nicht zweckmäßig erwiesen, mit dem Daumen im Mund des Verunglückten die Unterkieferzahnreihe vorzuziehen, da hierbei eine schlechte Abdichtung möglich ist und Bißverletzungen bei Rückkehr des Bewußtseins vorkommen können.

b) Mund-zu-Nase (Abb.5)

Der Unterschied zur Mund-zu-Mund-Beatmung besteht nur darin, daß hier der Mund verschlossen wird (der Daumen der Hand am Kinn drückt die Unterlippe

gegen die Oberlippe) und durch die Nase eingeblasen wird. Es muß hier etwas kräftiger geblasen werden, da ein höherer Strömungswiderstand zu überwinden ist.

Bei Kleinkindern und Neugeborenen wird aus anatomischen Gründen durch Mund und Nase gleichzeitig eingeblasen, mit höherer Frequenz (30-40/Min.) und geringeren Volumina (50-100 ccm).

B. BEDINGUNGEN FÜR EIN IDEALES BEATMUNGSVERFAHREN ¹⁾

Ein ideales Beatmungsverfahren für die Erste Hilfe sollte folgende Bedingungen erfüllen (16, 49, 76, 77, 115, 133, 172):

1. Freie Atemwege
2. Ausreichende Lungenventilation und wirksamer Gasaustausch
3. Jederzeit kontrollierbarer Beatmungseffekt
4. Kombinierbarkeit mit äußerer Herzmassage
5. Unschädlichkeit für den Beatmeten
6. Universelle und sofortige Anwendbarkeit
7. Unabhängigkeit von Hilfsmitteln
8. Laientauglichkeit
 - a) Zumutbarkeit für den Laienhelfer in ästhetischer und hygienischer Hinsicht
 - b) Gute Lehrbarkeit, leichte Erlernbarkeit
 - c) Geringer Energieaufwand für den Beatmer

1. Freie Atemwege

Bei den vergleichenden Untersuchungen über die Wirksamkeit der verschiedenen Beatmungsmethoden wurde die grundlegende Bedeutung der Luftwegobstruktion erkannt, was zu einer Reihe von Studien über das Verhalten der oberen Luftwege bei den verschiedenen Manipulationen führte. Untersuchungen mit Hilfe von Röntgenaufnahmen und anderen Methoden (4, 73, 117, 145, 146, 147) bewiesen sehr eindrucksvoll, daß es beim Tiefbewußtlosen mit nur wenigen Handgriffen möglich ist, für freie Atemwege zu sorgen.

¹⁾ Eine Übersicht über die Möglichkeiten und Probleme der Wiederbelebung am Unfallort geben die folgenden Arbeiten: 1, 7, 44, 47, 48, 52, 53, 56, 74, 82, 83, 89, 100, 107, 114, 120, 122, 126, 129, 156, 157, 160, 163, 170, 184, 192, 194.

Die Untersucher konnten auch zeigen, daß einige dieser Manipulationen obligat sind, wenn man eine ausreichende Lungenventilation garantieren will.

Die folgende Übersicht erläutert das Wesentliche:

Die wichtigsten Maßnahmen zur Freihaltung der Atemwege (nach Frey) (46)

Falsch	Richtig
Kinn auf der Brust	Kopf in den Nacken überstrecken
Kissen unter dem Kopf	Kissen unter Schulter und Nacken
Mund geschlossen	Mund geöffnet
Unterkieferzahnreihe sinkt zurück	Unterkieferzahnreihe vorgezogen
Zungenzange, Sicherheitsnadel	Mundtubus

Weitere Maßnahmen:

- Esmarchscher und Kappellerscher Handgriff
- Oropharyngealer Tubus nach Guedel aus Hartgummi
- Nasopharyngealer Tubus, endotrachealer Tubus

Der kleinste antero-posteriore Hypopharynxdurchmesser bei bewußten Personen mit mittlerer Kopfstellung beträgt nach Röntgenmessungen 4,5 bis 14 mm. Die Curarisierung derselben Versuchspersonen führte durch das Erschlaffen der weichen Gewebe und besonders durch Zurückfallen der Zunge zu einer erheblichen Verminderung des Durchmessers, in den meisten Fällen sogar zu kompletter Verlegung der Luftwege (117). Dabei war es gleich, ob sich der Patient in Rücken- oder Bauchlage befand, obwohl viele Autoren für das Freihalten der Atemwege gerade die Bauchlage für vorteilhaft hielten, da sie annahmen, daß hier die Zunge der Schwere folgend vorfiel und so die Atemwege freigäbe (5, 6, 119). Die Aspirationsgefahr ist in Rückenlage zweifellos größer als in Bauchlage, die jedoch auch keinen sicheren Abfluß von Blut, Erbrochenem und Schleim gewährleistet. Außerdem ist in Bauchlage das Gesicht des Verunglückten nicht jederzeit sichtbar, so daß Erbrechen und Cyanose leicht übersehen werden können. Weiterhin ist die Mundhöhle schlecht zugänglich, und eine Reinigung von Fremdkörpern ist daher sehr schwierig (160).

Um eine Aspiration zu vermeiden, sind allein die stabile Seitenlagerung (Abb. 11) und die manuelle Ausräumung der Mundhöhle (wenn keine Absauggeräte vorhanden sind) die geeigneten Maßnahmen. In dieser Position bildet der dem Boden zugewandte Mundwinkel den tiefsten Punkt des gesamten Tracheobronchialsystems, so daß Blut, Sekrete und Erbrochenes leicht abfließen können (82, 108, 183, 188).

Wenn man von der Aspirationsgefahr absieht, ist allein die Stellung von Kopf und Unterkiefer entscheidend für die Freihaltung der Luftwege (Abb. 6-8). Verschiedene Kopf- und Kieferstellungen wurden auf ihren Einfluß auf den Hypopharynxdurchmesser getestet. Den größten Einfluß hatte ein extremes Zurückbeugen des Kopfes (maximale Extension des Atlantooccipitalgelenkes) - ein Hypopharynxdurchmesser von 1-3 cm konnte allein dadurch nach Messungen von Asmussen (4) gewährleistet werden. Bei Überdruckbeatmung werden außerdem Pharynx- und Hypopharynxdurchmesser noch erheblich dilatiert (34, 73). Eine weitere Verbesserung der Durchgängigkeit der Luftwege wurde durch Verschieben des Unterkiefers erreicht (Esmarchscher Handgriff), was allerdings Laien einige Schwierigkeiten bereitet (21, 37, 140, 146). Das Überstrecken des Kopfes in den Nacken und das Vorziehen des Unterkiefers bedeutet zwar eine Zunahme des extrathorakalen Totraumes im Mittel etwa um 40 ml (127), bei einer angemessenen Ventilation aber spielt das keine Rolle. - Versuche von Safar an narkotisierten, spontanatmenden Versuchspersonen, bei denen die Durchgängigkeit der Luftwege nach Atemgeräuschen und Bewegungen des Anaesthesiebeutel beurteilt wurde, ergaben Entsprechendes, nämlich daß die Luftwege nur dann mit Sicherheit frei sind, wenn die vorderen Muskel- und Bindegewebestränge des Halses gestreckt sind (161).

Frey charakterisiert das Problem folgendermaßen: "Unabdingbare Voraussetzung jeder künstlichen Beatmung ist die sichere Freihaltung der Atemwege. Und gerade hier werden die meisten und schwersten Fehler gemacht" und "Die Freihaltung der Atemwege des Tiefbewußtlosen ist eine Kunst, auf deren Lehren und Lernen mehr Zeit und Kraft verwendet werden sollte" (46).

Um die Freihaltung der Atemwege ist es bei allen manuellen Beatmungsmethoden schlecht bestellt. Sowohl die Schulterrolle bei Silvester und Thomsen als auch die Reklination des Kopfes bei Holger Nielsen können keine Durchgängigkeit der Luftwege garantieren. Nur an intubierten Personen können mit Sicherheit normale Blutgaswerte erreicht werden. Ulmer konnte trotz aller Feinheiten keine auch nur annähernd ausreichende Beatmung bei Nicht-intubierten erzielen (180).

Wegen der Schwierigkeit, bei Nichtintubierten die Luftwege freizuhalten, sind alle manuellen Methoden eigentlich Zwei-Mann-Methoden, wobei sich der zweite Helfer ausschließlich um Kopf- und Kieferstellung zu kümmern hätte - ein recht schwieriges Unterfangen, wenn man den Beatmer nicht in seinen Bewegungen hindern will. Hier liegt unbestreitbar einer der größten Vorzüge der Atemspende - der Beatmer ist nicht nur in der Lage, ganz allein die Luftwege jederzeit offenzuhalten, sondern muß auch sofort bemerken, wenn ein Verschuß eintritt, da es ihm dann unmöglich ist, Luft in die Lungen des Unglücklichen zu blasen. Durch erhöhten Insufflationsdruck kann er einen partiellen Verschuß sogar noch überwinden oder im äußersten Notfalle einen tiefsitzenden Fremdkörper in die Trachea oder die Bronchien befördern, um erst einmal die O₂-Versorgung sicherzustellen (in der Klinik kann der Fremdkörper später wieder entfernt werden) (38, 192); die manuellen Verfahren versagen schon bei partiellem Verschuß, da das erreichte Atemvolumen dann sogar kleiner als der Totraum wird.

2. Ausreichende Lungenventilation und wirksamer Gasaustausch

Als Maßstab für die Wirksamkeit einer Beatmungsmethode gilt im allgemeinen das geförderte Atemvolumen bzw. Atemminutenvolumen. Eine objektive experimentelle Überprüfung kann daher nur an normalen, gesunden Versuchspersonen, deren Atemmuskulatur durch Curare oder ähnliche Substanzen völlig gelähmt ist, durchgeführt werden, da nur so eine Situation mit völligem Atemstillstand initiiert werden kann (150). Probleme, die bei dieser Versuchsanordnung unberücksichtigt bleiben müssen, wie z.B. Lungenödem, Erbrechen, Krämpfe, haben eine ausreichende Klärung in der Praxis oder in gesonderten Versuchen gefunden. Die Untersuchungen an Curarisierten haben jedenfalls bisher die zuverlässigsten Ergebnisse gebracht, frühere Experimente an Freiwilligen, die darauf trainiert waren, ihre Atmung willkürlich anzuhalten (58, 67, 101), dagegen sind unbrauchbar, da sich ein unbewußtes Mitatmen im Takt der Beatmung auch beim Geübtesten nicht vermeiden läßt (15) - so wurden zum Teil gewaltige Durchlüftungsgrößen von 2000 bis 3000 ccm pro Inspirium gemessen. Auch die Bestimmung des Beatmungsvolumens an wachen, normal atmenden Versuchspersonen nach der Formel:

Beatmungsvolumen = Gesamtvolumen - Spontanvolumen (94, 101)

ist mit so vielen Unsicherheitsfaktoren belastet, daß sie nicht als wissenschaftlich exakt angesehen werden kann; das Gleiche gilt auch für Untersuchungen an durch Hyperventilation apnoischen, wachen oder narkotisierten

Patienten (23, 64, 116, 187) und an lebenswarmen Leichen (11, 13, 64). Daß Messungen an Intubierten (66, 67) für die Zwecke der Ersten Hilfe unbrauchbar sind, wurde schon oben erwähnt (vgl. S.13).

Nach Frey sollte allerdings weniger das geförderte Atemvolumen als vielmehr die Sauerstoffsättigung des Blutes als Kriterium für die Beurteilung einer Methode herangezogen werden, und zwar erfüllt ein Verfahren nur dann die physiologischen Bedingungen, wenn es in der Lage ist, über mindestens 15 Minuten einen genügend hohen Sauerstoffpartialdruck (über 95%) aufrechtzuerhalten (49).

Derartige Untersuchungen wurden in den letzten Jahren von vielen Autoren vorgenommen (24, 35, 36, 71, 72, 99, 125, 133, 134, 151, 152, 153, 180). Es stellte sich dabei heraus, daß die "altbewährten" Methoden nur selten eine ausreichende alveoläre Ventilation gewährleisten. Die Hauptsache war die oben besprochene Verlegung der Luftwege. Nach endotrachealer Intubation der Versuchspersonen lagen die Werte bei allen manuellen Methoden ungefähr gleich hoch, wobei Silvester am besten und Thomsen am schlechtesten abschnitt - hier konnte allerdings das geringere Atemvolumen durch eine höhere Frequenz ausgeglichen werden. Versuche von Ulmer ergaben aber, daß Thomsen nur bei jungen Leuten mit elastischem Thorax anwendbar ist, und daß bei alten und übergewichtigen Personen auch mit Intubation keine ausreichende Lungenventilation zu erzielen ist. Außerdem stellte er fest, daß es bei dieser Methode zu einer stärkeren ungleichmäßigen Ventilation der Lungen kommt - verschiedene Gebiete der Lunge werden überhaupt nicht belüftet. Auch die Holger-Nielsen-Methode schneidet bei der Messung der Atemvolumina relativ schlecht ab, da sich hier der Thorax durch die Bauchlage nicht frei nach allen Seiten erweitern kann und das Zwerchfell durch den erhöhten Druck auf den Bauch in seiner Beweglichkeit wesentlich eingeschränkt ist (180).

Killian untersuchte mit Hilfe von Röntgentomogrammen die Leistungsfähigkeit der manuellen Methoden (Silvester als Standardverfahren) bei komplettem Tonusverlust der Atemmuskulatur. Das Zwerchfell steht bei Inspiration still, da die Tendenz des durch die Erweiterung der unteren Thoraxapertur gestrafften Zwerchfells, sich nach unten zu bewegen, durch den Sog im Thoraxinnern aufgehoben wird. Entsprechendes geschieht bei der Expiration. Darüber hinaus kommt es bei forcierter Beatmung noch zu paradoxen Atembewegungen des Zwerchfells - die meiste Energie geht verloren, da sich dann das Zwerchfell bei jeder Inspiration in den Brustraum hineinwölbt. Dar-

aus folgert Killian: "Die relative Insuffizienz unserer manuellen Atmungsmethoden, die sich steigert, je schlechter es dem Patienten geht, führt zu dem Zwang, sie durch ein besseres Verfahren, nämlich durch die Methoden der Druckbeatmung im Sinne einer rhythmischen Inflation, zu ersetzen" (99).

Mit den Methoden der Atemspende kann jederzeit, unabhängig von dem Zustand des Patienten, eine völlig ausreichende Lungenventilation erreicht werden mit Volumina, die die an Intubierten gemessenen Werte der besten manuellen Verfahren noch bei weitem übertreffen.

Der Einwand, daß es mit Ausatemungsluft nicht möglich sei, bei dem Beatmeten normale Blutgaswerte herzustellen, ist sowohl durch experimentelle Messungen als auch durch theoretische Berechnungen (24, 36, 151, 181, 189) hinfällig geworden: Die Expirationsluft enthält normalerweise 17,5% O₂ (Totraum und Alveolarluft), durch milde Hyperventilation (eine Verdoppelung des Ruheminutenvolumens von 5 auf 10 l ist völlig ausreichend) läßt sich der Sauerstoffgehalt auf 18% steigern, da der O₂-Verbrauch des Beatmers dabei nicht ansteigt; außerdem soll der Helfer unmittelbar nach dem Einatmen sofort wieder ausatmen, um seinen funktionellen Totraum möglichst groß zu halten. Genaue Messungen bestätigten, daß die O₂-Werte völlig genügen, um bei dem Beatmeten eine normale arterielle O₂-Sättigung innerhalb kürzester Zeit herzustellen (5-20 sec., entsprechend 4-5 Atemzügen, genügen dazu) und aufrechtzuerhalten. Gleiches gilt für die CO₂-Ausscheidung, denn durch Hyperventilation enthält die Insufflationsluft nur 2% CO₂ (anstatt 4%) - eine Kohlensäureelimination ist also gut gewährleistet (36, 72). Die alveoläre CO₂-Konzentration des Beatmeten läßt sich oberhalb eines Minutenvolumens von 10 l leicht unter 5-6% halten (24). Hyperventilation ist also eine unbedingte Notwendigkeit.

3. Jederzeit kontrollierbarer Beatmungseffekt

Bei keiner der manuellen Beatmungsmethoden kann man jederzeit sicher sein, ob auch wirklich Luft in die Lungen gelangt - wenn man auch mit einem zweiten Helfer für freie Luftwege sorgen kann, so ist es doch immer noch fraglich, ob nicht ein tiefer sitzender Fremdkörper das Einströmen der Luft verhindert oder ob die Beatmungsmethode überhaupt effektiv durchgeführt wird. Setzt man aber voraus, daß jeder Handgriff lege artis durchgeführt wird, so muß die Beatmung aber z.B. beim Emphysematiker völlig insuffizient sein, da hier der Thorax in maximaler Inspirationsstellung erstarrt ist und eine weitere passive Einatmung nicht möglich ist (besonders bei Thomsen

nicht), es kann nur eine Kompression und ein Zurückschnellen in die ursprünglich erhöhte Mittellage erreicht werden. Einen Emphysematiker kann man nur mit Überdruck beatmen (20, 31, 99, 135).

Bei den Methoden der Atemspende dagegen merkt der Beatmer sofort, ob er Luft einblasen kann oder nicht. Das Heben und Senken der Brust und das hör- und fühlbare Ausströmen der Luft aus Mund und Nase des Verunglückten sind weitere gute Kontrollen für die Wirksamkeit jeder Insufflation. Auch das Wiedereinsetzen schwacher Spontanatmung kann sofort festgestellt werden. Die noch insuffiziente Eigenatmung kann durch synchrones Einblasen unterstützt werden und wird nicht etwa durch massiven Thoraxdruck im falschen Rhythmus gestört oder gar unterdrückt.

4. Kombinierbarkeit mit äußerer Herzmassage

Lange hatte man gehofft, bei einem Herzstillstand mit den Beatmungsmethoden wenigstens einen Notkreislauf herstellen zu können; einige Autoren glaubten einen solchen Effekt auch experimentell nachweisen zu können (115, 116), genaue Untersuchungen aber (12, 13, 176) ergaben, daß lediglich ein Pendeln der Blutsäule erreicht wurde, injizierte Farblösungen gelangten immer nur bis ins Kapillarsystem, ein echter Kreislauf wurde nicht zustandegebracht. Bruns meinte aber, daß es durch die mechanischen Reize ("Endokardmassage" der pendelnden Blutsäule, Thoraxkompression) über Vagus und evtl. Phrenicus in Analogie zum Pulsus reflectorius zur reflektori-schen Erregung des Herz- und Atemzentrums kommen könnte (13, 15). Dieser Effekt ist jedoch sehr unwahrscheinlich, da bei Kreislaufstillstand durch Anoxie die Erregbarkeit dieser Zentren sehr schnell schwindet.

Die Mund-zu-Mund-Beatmung stellt in jedem Fall als intermittierende Überdruckbeatmung eine Kreislaufbelastung dar, da hier bei jeder Einatmung Luft in die Lungen hinein-, aber Blut aus dem Thorax herausgepreßt wird (57, 61, 65, 130, 173, 174, 191). Es ist daher wichtig, hohe Drucke zu vermeiden und vor jeder erneuten Insufflation abzuwarten, bis alle Luft wieder ausgeströmt ist (Einatmungs- zu Ausatmungszeit wie 1/3 : 2/3) (65).

Von allen Beatmungsmethoden hat allein die Wechseldruckbeatmung (Einblasen und Absaugen der Luft mit einer Atemmittellage von 0) keine ungünstige Kreislaufwirkung, wenn auch unter Umkehrung der physiologischen Verhältnisse. Dabei wird die inspiratorische Rückflußhemmung durch eine Rückflußförderung während der Expirationsphase weitgehend ausgeglichen (57, 137, 173, 174). Dieser Aspekt der künstlichen Atmung ist allerdings nur bei

Dauerbeatmung wesentlich, in der Ersten Hilfe dagegen wird meist nur so kurz beatmet, daß sich ein negativer Einfluß auf den Kreislauf praktisch gar nicht bemerkbar machen kann.

Für den Notfall aber ist es von entscheidender Wichtigkeit, daß eine Methode mit äußerer Herzmassage kombiniert werden kann.

Früher beschränkte man sich bei Herzstillstand auf den Versuch einer reflektorischen Erregung, wie z.B. Frottieren und Beklopfen der Herzgegend (König-Maas). Erst die Fortschritte der Thoraxchirurgie machten es möglich, unmittelbar am freigelegten Herzen eine Massage durchzuführen, eine Methode, die allerdings nur unter Operationsverhältnissen im Krankenhaus erfolgversprechend war. Für die Erste Hilfe brachte die Einführung und experimentelle Begründung der äußeren Herzmassage 1960 durch Kouvenhoven, Jude und Knickerbocker die entscheidende Wendung (33, 50, 54, 93, 97, 106, 136, 155). Der Verunglückte ist mit dem Rücken auf eine harte, gerade, unnachgiebige Unterlage zu legen, der Helfer kniet seitlich vom Brustkorb nieder, legt den rechten Handballen (Fingerspitzen anheben) auf den unteren Teil des Sternums, die linke Hand gekreuzt darüber und drückt nun mit gestreckten Armen das Brustbein 4-5 cm in Richtung auf die Wirbelsäule nieder. Das Herz kann dem Druck durch seine Lage in dem unelastischen Perikardbeutel nicht ausweichen und wird so rhythmisch zwischen Sternum und Wirbelsäule komprimiert. Das selbständige Zurückfedern des Brustbeins in die Ruhelage führt zu einer intrapulmonalen und intrakardialen Druckverringerng-der venöse Rückstrom zum Herzen wird gefördert. Eine Frequenz von 70-90/Min. sollte aufrechterhalten werden. Dieser Umstand bewirkt, daß die äußere Herzmassage auch von kräftigen Personen nur kürzere Zeit durchgehalten werden kann.

Für den allgemeinen Laiengebrauch ist die äußere Herzwiederbelebung allerdings nicht uneingeschränkt zu empfehlen. Ohne die vorherige genaue Feststellung eines "akuten Kreislaufstillstandes" an klinischen Symptomen wie plötzlicher Bewußtseinsverlust, weite reaktionslose Pupillen, Blässe, fehlender Carotispuls und nicht meßbarer Blutdruck kann ein zu robustes Vorgehen mehr Schaden als Nutzen bringen. Bei unsachgemäßer Anwendung sind Rippenfrakturen, Leber-, Milz- und sogar Herzrupturen beobachtet worden. Die Methode muß also Ärzten und besonders ausgebildetem Hilfspersonal vorbehalten bleiben (82, 172). Bei richtiger Durchführung muß ein Carotispuls tastbar und die Konstriktion der Pupillen feststellbar sein. Ein Blutdruck von mindestens 80 mm Hg soll erzielt werden.

Die Atemspende ist die geeignetste Beatmungsmethode, die mit äußerer Herzmassage kombiniert werden kann. Sind zwei Helfer vorhanden, wird

mit einigen tiefen Insufflationen begonnen und dann wechselweise mit einer Beatmung und fünf Herzkompressionen (oder 2 Beatmungen und 10 Herzkompressionen) fortgefahren. Während der Insufflationen muß natürlich die Massage kurz unterbrochen werden, um die Einatmung nicht zu behindern. Ist nur ein Helfer vorhanden, so beginnt er mit fünf tiefen Insufflationen, führt dann 10 Herzkompressionen aus, um dann wieder zweimal die Lungen kräftig zu ventilieren u.s.f. (1, 54). Niemals darf die Beatmung wegen der Herzmassage ganz abgebrochen werden: Beatmung allein wiederbelebt wahrscheinlicher als Herzmassage allein! (32, 88)

Von den manuellen Beatmungsmethoden können prinzipiell natürlich nur die in Rückenlage mit einer Herzmassage kombiniert werden. Gordon gibt als Ausweichmöglichkeit, wenn eine Mund-zu-Mund-Beatmung nicht anwendbar ist (vgl. Abs.6), eine kombinierte Silvester-Herz-Lungen-Wiederbelebung an (62). Dabei werden die Arme des Verunglückten an den Handgelenken ergriffen, tief herangezogen, und bei der Ausatmung werden die Hände auf dem Brustbein übereinandergelegt und 4-5 mal eine rhythmische Kompression ausgeübt. Thomsen ist für diese Kombination wenig geeignet, da hier der Druck auf die Rippen erfolgt und das Herz kaum komprimiert wird. Der Effekt wären höchstens Rippenfrakturen!

Es wurde auch untersucht (62, 109, 162), ob die Thoraxkompression bei der äußeren Herzmassage allein nicht schon eine Lungenventilation bewirkt. Es stellte sich dabei heraus, daß die so erzielten Ventilationsgrößen unter oder nur wenig über dem Totraumvolumen lagen (0 bis 200 ml); eine mögliche Ursache hierfür ist das Kollabieren der Bronchiolen und Alveolen bei der Unterbrechung des Lungenkreislaufes und der dadurch erhöhte Atemwiderstand; außerdem vermindert der Druck auf den Thorax die Ventilationskapazität(166).

Elektrokardiographische Studien von Bruns haben gelehrt, daß auch bei klinischem Herzstillstand noch lange Aktionspotentiale nachzuweisen sind und das Herz oft allein durch ausreichende Sauerstoffzufuhr seine normale Aktion wieder aufnimmt (14). Erst wenn nach 3-5 erfolgreichen Atemstößen kein Puls fühlbar ist, sollte unverzüglich mit der Herzmassage begonnen werden.

Eine äußere Herzmassage ist bei offenen Thoraxverletzungen und unter Umständen bei multiplen Rippenfrakturen kontraindiziert.

5. Unschädlichkeit für den Beatmeten

Die manuellen Methoden sind alle mehr oder weniger mit einem recht robusten Vorgehen verbunden. So sind Rippenfrakturen und Leberrupturen bei Silvester nicht selten zu beobachten, bei Thomsen sind Oberarmbrüche und Luxationen nicht immer zu vermeiden (Thomsen mit Armzug), Rippenbrüche und Leberverletzungen sind seltener als bei Silvester. Bei der Holger-Nielsen-Methode sind am häufigsten Schürfverletzungen des Gesichtes zu verzeichnen, bedingt durch ein zu hohes Anheben der Arme bei der Inspiration. Bei allen drei Methoden gemeinsam ist außerdem eine Schädigung des blutüberfüllten rechten Herzens und der Leber durch die starke Thoraxkompression zu befürchten.

Bei der Atemspende ist bei zu hohem Beatmungsdruck eine Lungenruptur möglich - diese Komplikation kommt allerdings nur bei Neugeborenen und Kindern sowie bei alten Patienten mit schwer geschädigten Lungen in Betracht. Bei Kindern sollen daher nur kleine Luftvolumina insuffliert werden, beim Neugeborenen genügt es, den Luftinhalt des Mundes einzublasen - mit geringeren Drucken und höherer Frequenz als bei Erwachsenen.

Wichtig ist noch die Tatsache, daß bei den direkten Methoden eine Magenblähung beim Patienten auftreten kann - eine Erscheinung, die zu Komplikationen durch Zwerchfellhochstand und damit zu einem verminderten venösen Rückfluß führen kann. Es wird daher vorgeschlagen, wenn möglich mit einer Hand leicht auf das Epigastrium zu drücken (24, 65). Bei Erwachsenen fand Safar nie mehr als 1900 ccm Luft im Magen, die symptomlos vertragen wurden (151). Ein Erbrechen mit Aspirationsgefahr ist aber trotzdem zu befürchten. Diese Komplikation läßt sich am leichtesten durch richtige Kopf- und Kieferhaltung (inkorrekte Lage des Zungengrundes bei Expiration läßt die Luft den Weg des geringsten Widerstandes in den Oesophagus nehmen) und eine nicht zu bruske Drucksteigerung (nach Elam und Ruben nicht über 20 cm H₂O) beim Einblasen vermeiden (34, 73, 141, 143, 148). Da das richtige Vorziehen des Unterkiefers und das Niedrighalten des Insufflationsdruckes Laien erfahrungsgemäß Schwierigkeiten bereitet, ist die Technik der Mund-zu-Nase-Beatmung zu bevorzugen: 1. Hyperextension des Kopfes und Schließen des Mundes reichen meist aus, die Luftwege freizuhalten; 2. die Nase wirkt wie ein Reduzierventil - der Druckabfall ist hier wesentlich größer als durch den Mund, Magenblähungen können nur bei exzessiv hohen Drucken beobachtet werden (37, 86, 113, 122, 141, 143, 148, 172).

Auch eine Infektion des Beatmeten durch den Helfer ist möglich - Champneys

berichtet von 12 Infektionen bei Neugeborenen nach direkter Beatmung mit dem Mund durch eine tuberkulöse Hebamme (24). Die Furcht vor Infektion sollte aber im Notfalle keine Rolle spielen. Bezeichnenderweise wird meist nur die Ansteckungsgefahr für den Beatmer als Argument gegen die Atemspende angeführt (60, 172)!

6. Universelle und sofortige Anwendbarkeit

Eine Beatmungsmethode der Ersten Hilfe muß im Ernstfalle von jedem Laien sofort begonnen werden können! Die Sauerstoffreserven des Körpers reichen beim Gesunden höchstens für 3 Minuten aus - wird innerhalb dieser Zeit nichts gegen die drohende Anoxie getan, so bleiben, wenn eine Wiederbelebung überhaupt noch möglich ist, Dauerschäden zurück. Die Wiederbelebungszeit des Gesamtorganismus nach Kreislaufstillstand beträgt höchstens 4-5 Minuten. Der begrenzende Faktor ist das Herz, das durch die Asphyxie so insuffizient wird, daß es einen überkritischen Blutdruck zur Erholung der lebenswichtigen Zentren nicht mehr aufbringen kann; die Wiederbelebungszeit des Herzens selbst ist wesentlich länger (20-30 Min.). Mit Herzmassage kann die Wiederbelebungszeit des Gesamtorganismus auf 8-10 Minuten (= Wiederbelebungszeit des Gehirns) verlängert werden, aber nicht darüber hinaus (138, 167). Unterkühlung (RGT-Regel - "vita minima") oder ein geringer Restkreislauf verlängern die Wiederbelebungszeit wesentlich (84, 88, 185). Daraus ergibt sich, und so lehrt es auch die Praxis, daß Wiederbelebungsmaßnahmen nicht nur sofort begonnen werden müssen, sondern daß sie auch noch nach längerer Zeit Erfolg zeigen können. Ein Erfolg hängt natürlich auch von den Ursachen des "Scheintodes" ab - alle Wiederbelebungsmaßnahmen beziehen sich auf den akuten Atem- und Kreislaufstillstand bei an sich sonst gesunden Personen, bei denen ein plötzlicher Tod nicht zu erwarten war (166).

Prinzipiell sind alle zur Diskussion stehenden Beatmungsmethoden sofort anwendbar. Für die manuellen Methoden gilt das aber nicht uneingeschränkt. Eine Lagerung des Verunglückten auf eine feste Unterlage ist hier auf jeden Fall nötig, damit gehen kostbare Sekunden verloren; bei Verletzungen des Brustkorbes und der oberen Extremitäten sind sie nicht anwendbar (außer Original-Thomsen bei Armverletzungen).

Auch hier zeigt die Atemspende ihre deutliche Überlegenheit - sie ist selbst unter schwierigen äußeren Umständen universell anwendbar. Eine spezielle Lagerung ist nicht erforderlich, sie kann z.B. schon im flachen Wasser, bei

Elektrounfällen direkt am Hochspannungsmast und bei Verschütteten sofort angewandt werden (75, 85, 86, 183, 192). Die einzige Bedingung ist nur, daß der Kopf des Verunglückten erreichbar ist. Auch bei Krämpfen Bewußtloser und während des Transportes kann die Atemspende mit Erfolg praktiziert werden (38, 40).

Eine Einschränkung muß allerdings gemacht werden: bei Kontaktgiften ist die direkte Beatmung wegen der Gefährdung des Beatmers nicht anwendbar. Bei Zertrümmerungsverletzungen des Gesichtsschädels ist wegen der Luftwegobstruktion und Aspiration keine der apparatlosen Beatmungsmethoden geeignet, hier kann nur nach Intubation oder Tracheotomie etwas erreicht werden.

7. Unabhängigkeit von Hilfsmitteln

Jedes, auch das kleinste und einfachste apparative Hilfsmittel macht eine Beatmungsmethode für den Laien in der Ersten Hilfe unbrauchbar, denn im Ernstfalle ist es bestimmt nicht sofort griffbereit. Das wird besonders deutlich, wenn man bedenkt, daß ca. zwei Drittel aller Ersten-Hilfe-Maßnahmen mit Beatmung von Hausfrauen und Passanten geleistet werden (37).

Diese Bedingung erfüllen die manuellen Methoden im Prinzip. Ein Schulterpolster ist fast immer sofort zur Hand (Decke, Jacke etc.), aber schon das Herausziehen und Festbinden der Zunge, wie es früher gelehrt wurde (92, 115), bedeutet erheblichen Zeitverlust. Die Methode nach Eve, die auch zu den manuellen Methoden gerechnet wird, ist immer an ein Gerät gebunden (Brett, Karren, Trage) und kommt so für die Erste Hilfe nur selten in Betracht (90, 101).

Die einzigen "Geräte" für eine schnelle Rettung ohne Zeitverlust sind der eigene Mund und die eigenen Hände (Stoeckel). Das direkte Einblasen von Luft in die Nase oder den Mund des Verunglückten bedarf keinerlei apparativer Hilfsmittel. Es erscheint paradox, ausgerechnet bei der Atemspende Geräte anwenden zu wollen, wie sie von vielen Autoren ihrer Einfachheit und der geringeren Infektionsgefahr wegen empfohlen werden (9, 10, 24, 30, 34, 35, 91, 158, 164, 190). Erfahrungsgemäß macht aber schon das Erlernen relativ einfacher Manipulationen, wie z.B. das Einführen eines Pharyngealtubus, selbst Ärzten Schwierigkeiten (22) - unsachgemäßes Einführen kann leicht Erbrechen auslösen (Aspirationsgefahr!). Untersuchungen, die Gegenteiliges beweisen, wurden unter Operationsbedingungen (Atropinvorbereitung, relaxierte und narkotisierte Patienten mit leerem Magen) durchgeführt und besitzen daher für die Erste Hilfe keine Aussagekraft (31, 37).

Tubus, Maske und Atembeutel müssen dem Arzt und besonders ausgebildeten Berufshelfern vorbehalten bleiben (59, 87). Auf das Anwendungsgebiet besonderer Apparate für spezielle Wiederbelebensprobleme (z.B. Ororesutator in verseuchter Atmosphäre) sei hier nur hingewiesen (28, 75).

8. Laientauglichkeit

Von der Seite der Praxis aus gesehen verdient die Anwendbarkeit der einzelnen Methoden durch Laien ganz besondere Aufmerksamkeit. Die physiologisch wirksamste Beatmungsart nützt nichts, wenn der Laie nicht bereit ist, sie jederzeit anzuwenden, wenn nur besonders geübte Helfer in der Lage sind, sie richtig durchzuführen, oder wenn sie so anstrengend ist, daß auch die Kräftigsten sie nur für einige Zeit durchhalten können.

a) Zumutbarkeit für den Laienhelfer in ästhetischer und hygienischer Hinsicht

Der am häufigsten vorgebrachte Einwand gegen die direkten Beatmungsmethoden ist die Scheu des Laien vor intemem Kontakt mit einem Scheintoten. Daß das Ekelgefühl aber nicht unüberwindlich ist, haben die praktischen Erfahrungen gezeigt (39, 169) - die psychische Belastung des Ersthelfers bei einem Unfall läßt ästhetische Bedenken meist erst gar nicht aufkommen.

Auf die Infektionsgefahr, die auch häufig als Hinderungsgrund für die Atemspende angegeben wird, wurde schon weiter oben hingewiesen (Abs.5) - die Gefahr ist gering und betrifft mehr den Verunglückten, da ja der Retter mit dem Luftstrom des zu Beatmenden nicht direkt in Kontakt kommt.

Zur Minderung des subjektiven Ekelgefühls und der Furcht vor Ansteckung wird das Abdecken von Mund und Nase des Bewußtlosen mit einem Taschentuch empfohlen; dabei erhöht sich - auch bei einer Durchfeuchtung des Materials, wie sie schon nach kurzer Atemtätigkeit eintritt - der Atemwiderstand nur unerheblich.

b) Gute Lehrbarkeit, leichte Erlernbarkeit

Gordon und Karpovich untersuchten 1951 die pädagogischen Probleme der in den USA gebräuchlichsten manuellen Methoden - mit dem Ergebnis, daß alle Verfahren ungefähr gleich gut zu lehren waren; ein Überblick über die physiologischen Verhältnisse und eine kurze Demonstration genügten meist. Schon nach einer Woche aber war ein deutlicher Schwund der Kenntnisse zu

verzeichnen - die Methode Schäfer konnte dann noch von den meisten korrekt durchgeführt werden, Holger Nielsen wurde von der Mehrzahl noch richtiger durchgeführt als Silvester, und am stärksten waren die Beatmungsverfahren nach Emerson in Vergessenheit geraten (69, 70, 96).

Im Gegensatz zu den manuellen Methoden waren das Erlernen und Üben der Atemspende anfänglich aus hygienischen Gründen problematisch. Lagerung, Kopf- und Kieferhaltung konnten gegenseitig geübt werden; zum Erlernen der richtigen Insufflationstechnik beschränkte man sich meist auf Demonstrationen - das Üben selbst war nur unter Familienangehörigen und für spezielle Zwecke an Narkotisierten möglich. Die Verwendung von Hilfsmitteln, wie z.B. Orotubus mit Übungszubehör, hat sich als nicht zweckmäßig erwiesen, da der Laienhelfer ja ohne Gerät auskommen soll.

Am einfachsten zum Erlernen aller Techniken der Atemspende (und der äußeren Herzmassage) sind Übungsphantome wie die Resusci-Anne (Abb.10) und das Ambu-Phantom (Abb.9). Letzteres wird in Deutschland bevorzugt, da hier die anatomischen Verhältnisse leichter verständlich sind als bei einer naturgetreuen Nachbildung wie der Resusci-Anne. Außerdem ist das Ambu-Phantom besser desinfizierbar, und die Thoraxexkursionen sind besser darstellbar. Die Ausatmung erfolgt durch Mund und Nase (bei der Resusci-Anne strömt die Luft durch eine Bohrung am Nacken aus) und der Beatmungswiderstand ist variierbar. - Zur Demonstration der anatomischen Verhältnisse der oberen Luftwege wird das Kopfschnittmodell verwandt - die Korrelation von Kopf- und Unterkieferstellung zur Durchgängigkeit der Luftwege kann sehr eindrucksvoll dargestellt werden (Abb.6-8) (2, 128).

Erfahrungen von Dam und Ruben zeigen, daß Retter, die nur am Phantom ausgebildet wurden, einen Patienten sofort richtig beatmen konnten (25, 26, 27, 144). Daß Demonstrationen oder Sehen eines Lehrfilmes allein (z.B. im Fernsehen) zum Erlernen der Atemspende genügen, ist nicht sicher (111, 169). In Erste-Hilfe-Kursen darf keinesfalls auf das Üben - besonders der Kopf- und Kieferhaltung - am Phantom verzichtet werden. Untersuchungen von Safar haben aber ergeben, daß nach einmaliger Demonstration auch ohne Übung über 90% sonst unausgebildeter Laien in der Lage waren, die Mundbeatmung erfolgreich durchzuführen (159). Dieses Ergebnis spricht für die leichte Erlernbarkeit der Atemspende - Lehrfilme und illustrierte Publikationen sind für eine Verbreitung der Methoden in der Öffentlichkeit erfolgversprechende Mittel.

Inwieweit sich die verschiedenen direkten und indirekten Beatmungsmethoden in bezug auf ihre Erlernbarkeit unterscheiden, soll gesondert untersucht werden (s. S.34) (123, 124).

c) Geringer Energieaufwand für den Beatmer

Im Ernstfalle spielen Anstrengung und Unbequemlichkeit zwar keine überraschende Rolle, wenn aber mehrere gleich gute Methoden zur Auswahl stehen, soll natürlich die leichteste bevorzugt werden.

Untersuchungen von Gordon und Karpovich über die körperliche Belastung der Beatmer durch die manuellen Methoden ergaben, gemessen am O₂-Verbrauch, in allen Fällen (außer Emerson) noch vertretbare Werte (68, 69, 95). - Versuche von Ulmer ergaben Entsprechendes: Der O₂-Verbrauch war bei Thomsen am geringsten, Holger Nielsen und Silvester unterschieden sich nicht untereinander. Bei diesen Messungen muß beachtet werden, daß der Energieverbrauch aber größer ist als aus dem O₂-Verbrauch ersichtlich, denn die ungewohnte Haltung führt zu einer stärkeren Ermüdung des Helfers (180).

Bei den Methoden der Atemspende konnte Elam bei den Helfern auch nach einstündiger Beatmung keine wesentlichen Ermüdungserscheinungen feststellen; auch Ungeübte gewöhnten sich schnell an die spezifischen Anstrengungen der Mund-zu-Mund-Beatmung (36).

Die Rückwirkungen auf den Kreislauf des Beatmers sind bei den direkten Methoden noch besonders erwähnenswert. Jede forcierte Inspiration führt zu einer vermehrten diastolischen Füllung des rechten Herzens, das Schlagvolumen und der periphere Gesamtwiderstand nehmen zu; die Folgen sind ein Anstieg des Blutdruckes und über den Bainbridge-Reflex eine Pulsbeschleunigung. Der kurz dauernde Preßdruck bei der Expiration bewirkt gerade das Gegenteil: venöse Einflußbehinderung, leichtes Abfallen von Blutdruck und Pulsfrequenz. Die nächste Inspiration löst einen verstärkten Bainbridge-Reflex aus. So läßt sich die bei Kreislauf labilen beobachtete Pulsbeschleunigung, die größer ist als der Arbeit nach zu erwarten, erklären. Für den Gesunden stellen diese Kreislaufveränderungen eine relativ geringfügige, leicht zu kompensierende Belastung dar (16). Das oft als zeitlich die Durchführung der Atemspende begrenzender Faktor angegebene Hyperventilationssyndrom tritt nur selten auf und ist durch kurzes Anhalten der Atmung schnell zu beseitigen. Nach Safars Erfahrungen vermeidet der Retter Schwindelgefühl automatisch (151, 164); Ulmer fand, daß es erst bei einer Steigerung des Atemvolumens von über 150 bis 300% über mehrere Minuten auftritt (181).

Um brauchbare Aussagen über die körperliche Belastung der Helfer durch alle hier zur Diskussion stehenden Beatmungsmethoden machen zu können, wurden 1965 im Institut für Anaesthesiologie, Mainz, ausführliche Untersuchungen vorgenommen (s. Abs.V) (123, 124).

V. VERSUCHE ÜBER DIE LAIENT AUGLICHKEIT

A. BELASTUNG

Anhand klinischer Werte soll festgestellt werden, inwieweit sich die fünf heute gebräuchlichsten und bekanntesten Methoden in der körperlichen Belastung des Beatmers unterscheiden, wenn sie über eine Stunde durchgeführt werden.

1. Methodik

Da die Auswertung der Ergebnisse nach statistischen Verfahren erfolgen soll (103, 104, 105), ist in der Versuchsplanung auf Einfachheit und Zweckmäßigkeit zu achten; außerdem muß bedacht werden, daß bei gegebenem Aufwand der Einfluß möglichst vieler Streuungsfaktoren abgegrenzt werden kann. Als Streuungsfaktoren müssen angenommen werden:

- a) **Konstitution** (Unterschiede zwischen den Versuchspersonen)
Körperliche Konstitution und manuelle Geschicklichkeit sind individuell unterschiedlich; jede Versuchsperson muß daher sämtliche zur Diskussion stehende Methoden durchführen.
- b) **Gewöhnung** (Unterschiede zwischen den Verfahren)
Gewöhnung an die Versuchsbedingungen führt dazu, daß die zuletzt durchgeführten Verfahren mit von dem Durchschnitt stark abweichendem Aufwand (höherem oder geringerem) ausgeführt werden; die Reihenfolge der einzelnen Methoden muß daher bei den einzelnen Versuchspersonen unterschiedlich sein.
- c) **Umweltbedingungen** (Unterschiede zwischen den Tagen)
Da wegen der erheblichen körperlichen Belastung pro Tag von jeder Versuchsperson nur je eine Methode durchgeführt werden kann, müssen auch Einflußfaktoren, wie z.B. die täglich unterschiedliche Raumtemperatur, beachtet werden.

Sollen diese Einflußfaktoren berücksichtigt werden, so ist die Anordnung des Versuches im lateinischen Quadrat am zweckmäßigsten (112). In der vorliegenden Versuchsanordnung wurden zwei Blöcke mit je fünf Versuchspersonen gebildet. An jedem von fünf Versuchstagen wurde jede der fünf zu untersuchenden Beatmungsmethoden von je zwei Versuchspersonen in zufälliger Reihenfolge durchgeführt (jede Versuchsperson hatte zwar alle Verfahren durchzuführen, jedes aber nur einmal).

Zur Beurteilung der körperlichen Belastung brauchten spirometrische Messungen nicht vorgenommen zu werden, da hier nicht beabsichtigt war, den absoluten Energieverbrauch der Beatmer zu bestimmen, sondern es sollte lediglich untersucht werden, wie sich die Methoden relativ zueinander verhalten. Es wäre bei diesen Versuchen auch gar nicht möglich gewesen, spirometrische Messungen über die CO₂-Produktion und den Sauerstoffverbrauch vorzunehmen, da die Beatmer in ihrer Tätigkeit nicht nur behindert worden wären, sondern auch die apparateloze Durchführung der Atemspende unmöglich geworden wäre. Bei diesen Versuchen war es ausreichend, die Belastung der Beatmer während des einstündigen Versuchs nach den Veränderungen der Puls- und Atemfrequenz, des systolischen Blutdruckes, des Gewichtes (durch Transpiration) und der Körpertemperatur (oral) zu beurteilen.

2. Durchführung

Zehn Freiwillige der Bundeswehr im Alter von 19 bis 24 Jahren (Mittel 21) wurden in einem zweistündigen Kurs in folgenden Methoden unterwiesen: Mund-zu-Mund, Mund-zu-Nase, Holger Nielsen, Silvester, Thomsen. Die beiden Arten der Atemspende wurden am Ambu-Phantom gelehrt und geübt, für das Erlernen der drei manuellen Methoden hatten sich weitere sechs Bundeswehrsoldaten als passive Versuchspersonen zur Verfügung gestellt. Der Unterricht wurde erst beendet, als alle zehn Versuchspersonen jede der fünf zur Diskussion stehenden Beatmungsmethoden exakt beherrschten, d.h. sie fehlerfrei vorführen konnten. Schon bei diesem Kurzlehrgang hatte sich gezeigt, daß im Unterricht etwa dreimal soviel Zeit für das Erlernen der manuellen Verfahren wie für die Atemspende benötigt wurde.

An den folgenden fünf Tagen wurden die Bundeswehrsoldaten - jeweils am Morgen zwischen 8 und 10 Uhr - zu der eigentlichen Belastungsprobe einberufen. Alle zehn Versuchspersonen waren einheitlich mit Badehose, Unterhemd, Trainingsanzug und Turnschuhen bekleidet. Sie hatten an diesen Vormittagen keinen Dienst zu tun, traten also frisch und gut ausgeruht zu der Belastungsprobe an. Nach einer Viertelstunde Ruhe wurden Puls, Blutdruck, Atemfrequenz und Körpertemperatur gemessen und ihr Gewicht (in Badehose) bestimmt.

Vier Ambu-Phantome und sechs "Phantompersonen" mittlerer Größe lagen am Boden auf Gymnastikmatten als Beatmungsobjekte bereit. Auf Kommando begannen nun die zehn Beatmer nacheinander, um die genauen Zeitpunk-

te der Messungen einhalten zu können, mit je einer Minute Abstand die an dem jeweiligen Tag für sie vorgesehenen Methoden auszuführen. Während des einstündigen Versuches wurde streng darauf geachtet, daß alle Beatmungsarten lege artis durchgeführt wurden; bei den manuellen Methoden aber war es nicht immer möglich, sofort festzustellen, wenn einer der Beatmer im "Schongang" arbeitete, denn bei genauer Kenntnis der Handgriffe ist es den Versuchspersonen möglich, sich zwischendurch ganz unauffällig kurzfristig auszuruhen. Das beeinflusste jedoch die Versuchsergebnisse nicht wesentlich, wie sich herausstellte (s.u.). Um einen gleichmäßigen und gleichbleibenden Beatmungsrhythmus aufrechtzuerhalten, war ein Metronom in dem Untersuchungsraum aufgestellt, nach dem für alle manuellen Verfahren eine Frequenz von 18/Min. eingehalten werden mußte (die Frequenz des Metronoms war allerdings viermal so hoch, entsprechend den Kommandos "21, 22, 23, 24" bei den einzelnen Methoden). Bei den Methoden der Atemspende war nach der Uhr eine Frequenz von 15/Min. einzuhalten.

Zwei Personen des Klinikpersonals maßen während des ganzen Versuches alle 10 Minuten Puls, Blutdruck und Atemfrequenz der Beatmer, und zwar um Meßdifferenzen auszugleichen, umschichtig, so daß zwei aufeinanderfolgende Werte nie von demselben Untersucher bestimmt wurden. Der Bestimmungsfehler zwischen den Versuchen ist somit ein Teil der Streuung zwischen den Versuchspersonen. Unmittelbar nach der letzten Messung (nach 60 Minuten) wurde noch einmal die Körpertemperatur jeder Versuchsperson gemessen, ihr Gewicht festgestellt (nachdem sie sich abgetrocknet hatten) und 15 Minuten nach Versuchsende wiederum Puls, Blutdruck und Atemfrequenz bestimmt. Außerdem wurde vor und nach dem Versuch die Raumtemperatur notiert; da an einigen Tagen der Untersuchungsgang gefilmt wurde, war durch die stark hitzenden Scheinwerfer eine Temperaturerhöhung von maximal $+3^{\circ}\text{C}$ festzustellen. Diesem Faktor wird in der statistischen Auswertung Rechnung getragen werden.

3. Ergebnisse

a) objektiv

Der Beurteilung der Ergebnisse nach der mehrfachen Varianzanalyse seien einige Bemerkungen zur statistischen Terminologie vorangestellt. Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse muß verifiziert werden, ob der Unterschied zwischen den Mittelwerten zweier oder mehrerer Gruppen größer ist, als er bei der vorliegenden Streuung der Einzelwerte um den Gesamtmit-

telwert zu erwarten ist. Als Maß für die Größe dieser Versuchsstreuung gilt aus hier nicht näher zu erläuternden Gründen das Quadrat der Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert (Abweichungsquadrat). Das Gesamt-abweichungsquadrat (SAQ) ist die Summe der einzelnen Abweichungsquadrate. Mit Hilfe der Varianzanalyse läßt sich SAQ so zerlegen, daß unabhängig voneinander geprüft werden kann, ob die einzelnen Streuungsfaktoren (Verfahren, Versuchspersonen, Versuchstage) die Ergebnisse beeinflussen. Gleichzeitig wird durch diese Zerlegung die Versuchsstreuung auf den eigentlichen Versuchsfehler reduziert, so daß die Aussagekraft der Versuche erheblich gesteigert wird. Da die Größe des durch den Einfluß eines Faktors bedingten Streuungsanteils abhängig ist von der Zahl der unabhängigen Werte (Freiheitsgrade), wird durch Division aus dem SAQ-Anteil das sog. Mittlere Abweichungsquadrat (MAQ) berechnet. Ist das MAQ eines Einflußfaktors wesentlich größer als nach dem MAQ der Versuchsstreuung (Restvarianz) zu erwarten, dann bestehen zwischen den Mittelwerten dieses Einflußfaktors gesicherte Unterschiede. Durch weitere Zerlegung des SAQ-Anteils in orthogonale Einzelvergleiche kann dann geprüft werden, welche Mittelwerte sich im einzelnen unterscheiden. Die Wechselwirkungen geben an, ob sich die beiden betrachteten Faktoren gegenseitig beeinflussen; eine Beeinflussung liegt dann vor, wenn die Wechselwirkung signifikant ist.

Bei den Methoden der Atemspende wurde die Beatmungsfrequenz vorgeschrieben, so daß die Atemfrequenz bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt werden kann (Abb. 14).

Bei der Auswertung der Kriterien Gewicht und Temperatur nach der mehrfachen Varianzanalyse wurden folgende Zerlegungen durchgeführt:

GEWICHT

Varianz	SAQ	Freiheits- grad	MAQ	F	P
1. Zwischen den Be- atmungsverfahren	0,888	4	0,222	14,97	++
2. Zwischen den Tagen	0,542	4	0,136	9,14	++
3. Zwischen den Ver- suchspersonen	0,458	9	0,051	3,43	+
4. Restvarianz	0,475	32	0,015	-	-
Summe	2,363	49	0,048		

TEMPERATUR

Varianz	SAQ	Freiheits- grad	MAQ	F	P
1. Zwischen den Be- atmungsverfahren	1,116	4	0,279	3,19	(+)
2. Zwischen den Tagen	1,014	4	0,253	2,90	(+)
3. Zwischen den Ver- suchspersonen	2,353	9	0,261	2,99	(+)
4. Restvarianz	2,802	32	0,088	-	
Summe	7,285	49	0,149		

Für die Gewichts-differenz zwischen Beginn und Ende des Versuches ergibt sich also, daß sowohl zwischen den Mittelwerten der Verfahren als auch zwischen denen der Tage und der Versuchspersonen gesicherte Unterschiede in der Schweißsekretion bestehen. Die Zerlegung des SAQ-Anteils in orthogonale Einzelvergleiche zeigt, daß sich zwischen Mund-zu-Mund- und Mund-zu-Nase-Beatmung ebenso wie zwischen den drei manuellen Verfahren keine Unterschiede sichern lassen. Dagegen sind die Mittelwerte der Methoden der Atemspende gesichert niedriger als die der manuellen Verfahren, d.h. die

Schweißsekretion ist bei diesen Verfahren deutlich geringer als bei den manuellen Verfahren (Abb.16).

Bei der Temperaturdifferenz können die Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Verfahren, den Tagen und den Versuchspersonen nur als auffällig bezeichnet werden. Die Einzelvergleiche zeigen jedoch auch hier, daß der Hauptanteil des Abweichungsquadrates durch Unterschiede zwischen Atemspende und manuellen Methoden bedingt ist (Abb.15).

Bei den Puls - und Blutdruckwerten kommen als weitere Variable die Meßwerte zu den verschiedenen Zeitpunkten hinzu. Folgende Zerlegung des Gesamtabweichungsquadrates ist möglich:

BLUT DRUCK

Varianz	SAQ	Freiheits- grad	MAQ	F	P
1. Zwischen den Be- atmungsverfahren	2804,749	4	701,187	6,41	< 0,01
2. Zwischen den Tagen	2921,624	4	730,406	6,68	< 0,01
3. Zwischen den Versuchspersonen	33415,056	9	3712,784	33,97	< 0,001
4. Zwischen den Zeiten	3322,937	7	474,705	4,34	< 0,01
Wechselwirkungen					
5. Beatmungsverfah- ren-Versuchspersonen	9684,000	36	274,000	2,51	< 0,001
6. Beatmungsver- fahren - Zeiten	4409,250	28	157,473	1,44	-
7. Versuchspersonen - Zeiten	7376,434	63	117,086	1,07	-
8. Tage - Zeiten	2112,376	28	75,442	0,69	-
9. Restvarianz	24047,878	220	109,309	-	-
Total	90274,305	399	226,251		

PULS

Varianz	SAQ	Freiheits- grad	MAQ	F	P
1. Zwischen den Be- atmungsverfahren	5055,432	4	1263,858	17,03	0,001
2. Zwischen den Tagen	620,560	4	155,140	2,09	-
3. Zwischen den Versuchspersonen	48874,613	9	5430,513	73,17	0,001
4. Zwischen den Zeiten	8559,594	7	1222,799	16,48	0,001
Wechselwirkungen					
5. Beatmungsverfah- ren-Versuchspersonen	11409,370	36	316,927	4,27	0,001
6. Beatmungsverfah- ren - Zeiten	3292,569	28	117,592	1,58	-
7. Versuchspersonen - Zeiten	6531,679	63	103,677	1,40	-
8. Tage - Zeiten	3700,442	28	132,159	1,78	$>0,05 < 0,01$
9. Restvarianz	16327,941	220	74,218	-	-
Total	104372,200	399	261,584		

Bei den beiden vorliegenden Tabellen ist lediglich die Wechselwirkung Verfahren-Versuchspersonen gesichert, d.h. die einzelnen Verfahren belasten die einzelnen Versuchspersonen unterschiedlich.

Für die Blutdruckwerte bestehen gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Verfahren, der Tage, der Versuchspersonen und Bestimmungszeiten. Die Zerlegung der Abweichungsquadrate zwischen den Verfahren zeigt auch hier, daß sich Mund-zu-Mund- und Mund-zu-Nase-Beatmung ebenso wie die manuellen Verfahren nicht unterscheiden lassen. Dagegen ist der Blut-

druckanstieg bei den manuellen Verfahren deutlich höher als bei den Methoden der Atemspende. Bei der Betrachtung der Mittelwerte zu den verschiedenen Zeiten läßt sich hauptsächlich nach 10 Minuten eine deutliche Erhöhung gegenüber dem Ausgangswert nachweisen (Abb.13).

Die Varianzanalyse der Pulswerte ergibt zwar zwischen den Verfahren, Versuchspersonen und Zeiten, nicht aber zwischen den Mittelwerten der einzelnen Tage gesicherte Unterschiede. Die Einzelvergleiche zeigen auch hier, daß ein Unterschied nur zwischen Atemspende und manuellen Verfahren besteht. Außerdem sind alle Pulswerte während des Versuches signifikant höher als der Ausgangs- und Endwert, die sich untereinander nicht unterscheiden lassen (Abb.12).

Die statistische Auswertung des Belastungsversuches zeigt, daß sich zwischen den direkten Verfahren keine Unterschiede sichern lassen; ebenso lassen sich zwischen den manuellen Methoden keine Unterschiede nachweisen. Dagegen bestehen gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten der direkten Beatmungsverfahren und denen der manuellen Beatmungsverfahren. Die Beurteilung der Wechselwirkung zeigt, daß die einzelnen Verfahren bei den einzelnen Versuchspersonen zu unterschiedlich starker Belastung führen.

b) subjektiv

Nach jeder Versuchsstunde wurden die Testpersonen nach ihren subjektiven Beschwerden bei den einzelnen Methoden befragt. Dabei konnte festgestellt werden, daß bei allen Verfahren ungefähr gleich oft die durch die ungewohnte Haltung verursachten Knie- und Kreuzschmerzen angegeben wurden. Eine besondere Ermüdung der Hände wurde ebenfalls häufig registriert. Für die Methoden der Atemspende ist noch bemerkenswert, daß die meisten Beatmer nur auf gezieltes Befragen angaben, ein "trockenes Gefühl" im Mund gehabt zu haben; keiner hatte es aber als besonders unangenehm oder störend empfunden. Schwindelgefühl als Zeichen einer Hyperventilation war in keinem Fall aufgetreten.

Am Ende der fünf Versuchstage, als alle die fünf Methoden eine Stunde lang durchgeführt hatten, wurden die Beatmer nach der ihrer Meinung nach leichtesten und schwersten Beatmungsart befragt. Als leichteste gaben fünf Mund-zu-Mund, fünf Thomsen an und als schwerste acht Silvester, zwei Holger Nielsen. Daß Thomsen hier im Gegensatz zu den objektiven Meßergebnissen so relativ gut abschneidet, mag daran liegen, daß hier die lässigste Durchführung möglich ist, wie oben schon angedeutet; außerdem sind bei dieser

Methode die wenigsten Handgriffe auszuführen. Daß sie dennoch nicht so kräftesparend ist, wie oft angenommen (17, 18), zeigen die Meßergebnisse.

B. ERLERNBARKEIT

Diese Untersuchung diente nicht nur der Feststellung, wie schnell eine der oben genannten Beatmungsmethoden präzise erlernbar ist und welche Schwierigkeiten sich in didaktischer Hinsicht ergeben, sondern es sollte auch herausgefunden werden, inwieweit die Methoden nach einem längeren Zeitintervall noch sicher beherrscht werden - d.h. im Ernstfalle wirkungsvoll angewandt werden können. Außerdem sollte festgestellt werden, für welche Methode sich die Versuchspersonen in einer imitierten Katastrophensituation spontan entscheiden.

1. Methodik

In je einer Doppelstunde an vier aufeinanderfolgenden Tagen wurden 23 Bundeswehrsoldaten in den Beatmungsmethoden unterrichtet. Die Atemspende wurde am Ambu-Phantom geübt, die Methoden nach Holger Nielsen, Silvester und Thomsen führten die Versuchspersonen wechselseitig aneinander aus. Nach kurzer Darlegung der physiologischen und anatomischen Verhältnisse und eingehender Demonstration wurde die meiste Zeit zum praktischen Üben angewandt. Auftretende Fehler wurden ständig korrigiert. Abschließend mußten die Versuchspersonen noch einmal sämtliche Methoden vorführen, um zu kontrollieren, daß sie sicher beherrscht wurden.

2. Durchführung

Fünf Monate später wurde diese Gruppe von 23 Versuchspersonen und die Belastungsgruppe (mit 10 Personen) gemeinsam zu einem kurzen Test einberufen. Allerdings waren nur noch 27 von 33 Soldaten erreichbar, da 6 zu anderen Einheiten versetzt worden waren. Statistisch reichte diese Zahl jedoch aus, um zu gesicherten Ergebnissen zu kommen. Den Versuchspersonen waren Datum und Art dieses Testes unbekannt. Sie wurden unmittelbar von ihrem täglichen Dienst in einen Übungsraum der Kaserne einzeln abkommandiert. Um zu brauchbaren Aussagen über die im Ernstfall spontan angewandte Methode zu kommen, war der Versuch so aufgebaut, daß die Testpersonen beim Ein-

treten in den Saal mit einer imitierten Unfallsituation konfrontiert wurden. Die norwegische Resusci-Anne war wie eine echt Bewußtlose auf den Boden gelegt; den Versuchspersonen wurde kurz mitgeteilt, daß hier ein Atemstillstand vorliege und alle Beatmungsmethoden angewandt werden könnten, da keine besonderen Verletzungen vorlägen. Jede Versuchsperson mußte nun ohne Zögern angeben, welche Maßnahmen sie zur Wiederbelebung der Atmung ergreifen wolle. Die Methode der Wahl wurde notiert. Anschließend mußte jede Versuchsperson sämtliche Beatmungsmethoden am Ambu-Phantom bzw. an einem Kameraden vorführen. Von zwei Untersuchern wurde unabhängig voneinander die Durchführung nach bestimmten Kriterien bewertet (Tab.1). Abschließend wurden die Versuchspersonen noch nach der ihrer Meinung nach schwersten und leichtesten Methode befragt.

Die Art der Bewertung sei hier noch etwas näher erläutert. Die in dem vorausgegangenen Kurzlehrgang am häufigsten beobachteten Fehler (bzw. die Handgriffe, die am häufigsten korrigiert werden mußten) wurden registriert und ihrer Bedeutung für einen Beatmungserfolg nach punktmäßig eingestuft. Die Summe der erreichbaren Punkte war bei allen Methoden gleich (12 Punkte). Die richtige Lagerung des Kopfes des Verunglückten zur Freihaltung der Luftwege ist bei sämtlichen Methoden das wichtigste Kriterium; daß bei den indirekten Verfahren hier ein Punkt weniger als bei den direkten gerechnet wird, ergibt sich aus der Überlegung, daß für letztere die Reklination des Kopfes der ausschlaggebende Handgriff für einen Beatmungserfolg darstellt (an zweiter Stelle folgt erst das Vorziehen des Unterkiefers), während bei den manuellen Methoden die Kopflagerung (von ihrem zweifelhaften Wert abgesehen) als anderen Manipulationen gleichwertig oder als nur wenig wichtiger angesehen werden kann. So ist z.B. bei Holger Nielsen die Seitenlagerung und Reklination des Kopfes ebenso wichtig wie das unveränderte Liegenbleiben von Kopf und Händen bei der Inspiration (progressive Luftwegobstruktion beim Abheben des Oberkörpers vom Boden!); bei Silvester und Thomsen muß, wenn die Luftwege schon nicht ideal offengehalten werden können, wenigstens versucht werden, durch größtmögliche Thoraxexkursionen einen Atemeffekt zu erzielen (tiefes Herumziehen der Arme und Fassen am Ellbogen bei Silvester, bei Thomsen Hochlagerung der Arme und schnelles Loslassen nach jeder Thoraxkompression). Alle anderen Kriterien stellen zwar, wenn sie vergessen oder falsch gemacht werden, eine wirkungsvolle Beatmung nicht unmittelbar in Frage, mindern aber den Beatmungseffekt (z.B. führt frontaler Druck mit gestreckten Armen bei Thomsen zu verminderten Thoraxexkursionen) oder schaden dem Beatmeten (z.B. kann zu tiefer Druck bei Thomsen oder Silvester

zu Leberruptur führen). Werden mehrere dieser Fehler gleichzeitig gemacht, bleibt die Beatmungsmethode wirkungslos.

3. Ergebnisse

Wie schon bei der Belastungsgruppe, hat sich hier besonders deutlich gezeigt, daß wesentlich größere Schwierigkeiten beim Lehren und Erlernen der manuellen Methoden vorhanden sind als bei den Methoden der Atemspende. Über das Dreifache an Zeit mußte für Holger Nielsen, Silvester, Thomsen gegenüber Mund-zu-Mund, Mund-zu-Nase verwandt werden, obwohl für die Atemspende nur zwei Phantome zur Verfügung standen, die manuellen Methoden aber immer von sechs Personen gleichzeitig geübt werden konnten. Unter den indirekten Verfahren war Thomsen relativ am einfachsten erlernbar, Holger Nielsen und Silvester unterschieden sich nicht wesentlich - Mund-zu-Mund und Mund-zu-Nase wurden gleich schnell von allen Versuchspersonen begriffen.

Wesentlicher als die Zeit aber, die zum Demonstrieren und Üben aufgewandt wurde, ist die Häufigkeit, mit der Fehler korrigiert werden mußten. Nach der Anzahl der benötigten Korrekturen standen Silvester und Holger Nielsen an der Spitze, gefolgt von Thomsen und mit weitem Abstand Mund-zu-Mund und Mund-zu-Nase. Bemerkenswert ist, daß nach Demonstration der Atemspende am Phantom und Darlegung der anatomischen Verhältnisse am Kopfschnittmodell die Mund-zu-Nase-Beatmung von allen 23 Versuchspersonen sofort oder zumindest bei der zweiten Insufflation, wenn Kopf- und Kieferstellung ohne fremde Hilfe korrigiert worden waren, wirkungsvoll durchgeführt werden konnte; bei der Mund-zu-Mund-Beatmung dagegen bereitete das richtige Vorziehen des Unterkiefers und gleichzeitige Offenhalten des Mundes einige Schwierigkeiten, so daß es fünf Versuchspersonen nicht möglich war, ohne Eingreifen des Ausbilders Luft in die "Lungen" zu blasen. Dabei ist in Rechnung zu stellen, daß es schwieriger ist, den glatten, starren Plastikunterkiefer des Phantoms korrekt vorzuziehen als diesen Handgriff am Menschen auszuführen.

Daß der Erfolg dieses Lehrgangs optimal war, ließ sich deutlich am fünften Tag erkennen, als nämlich zur Kontrolle von allen Versuchspersonen jede der fünf Methoden noch einmal kurz demonstriert werden mußte. In allen Punkten und bei sämtlichen Verfahren waren keinerlei Korrekturen mehr nötig.

Die Ergebnisse des Wiederholungsversuches nach fünf Monaten sind in Abb. 17, 18 und Tab. 2 zusammengestellt. Von den 27 Versuchspersonen entschied sich die überwiegende Mehrzahl spontan für die Atemspende (23 V.P.), Mund-zu-

Mund wurde dabei der Vorzug gegeben (17 V.P.). Erstaunlich war, daß die Vier, die Holger Nielsen (1 V.P.) oder Silvester (3 V.P.) gewählt hatten, bei der anschließenden Demonstration ihrer Kenntnisse nicht in der Lage waren, diese Methode korrekt durchzuführen, obwohl sie Mund-zu-Mund und Mund-zu-Nase fehlerfrei beatmen konnten. Als Begründung ihrer Wahl gaben sie an, daß ihnen im Ernstfall der direkte Kontakt bei der Atemspende unangenehm sei!

Als subjektiv leichteste Methoden wurden ebenfalls (bis auf vier Ausnahmen) Mund-zu-Mund und Mund-zu-Nase angegeben, da sie schnell, einfach und kraftsparend anwendbar seien; noch dazu wurde von zwei Versuchspersonen als Begründung angegeben, sie hätten gehört und gelesen, die Atemspende sei die wirkungsvollste Wiederbelebungsart und daher im Notfalle anzuwenden (was ihnen während des Lehrganges nicht gesagt worden war, da absichtlich alle Methoden als gleichwertig behandelt worden waren). Die beiden Personen, die Silvester am leichtesten fanden, bevorzugten diese Methode ihrer angeblich einfachen Technik wegen - konnten sie allerdings nur "ausreichend" ausführen; zwei hielten Thomsen für die leichteste Methode der geringen Anstrengung wegen.

Die Antworten auf die Frage nach der subjektiv schwersten Methode fielen entsprechend aus - 25 nannten manuelle Methoden (Holger Nielsen und Silvester am häufigsten) und nur je einer Mund-zu-Mund und Mund-zu-Nase. Als Grund wurde hier fast ausschließlich die Anstrengung angeführt, nur vereinzelt die schwierige Technik. Die beiden, die eine Methode der Atemspende als am schwersten eingestuft hatten, gaben an, das Blasen würde sie körperlich mehr belasten als die Durchführung der manuellen Verfahren. Die acht Testpersonen der Belastungsgruppe gaben, wie zu erwarten war, ausschließlich große und kleine körperliche Anstrengung als Begründung an.

Die Bewertung der Durchführung wurde nach den oben besprochenen Kriterien (vgl. S.34 f. und Tab.1) von zwei Untersuchern vorgenommen, und zwar mit "+" (richtig, volle Punktzahl), "(+)" (teilweise richtig, halbe Punktzahl) und "-" (falsch, null Punkte). Weiterhin wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit eine Benotung vorgenommen: "gut" (10-12 von maximal 12 Punkten), "ausreichend" (6-9 Punkte), "ungenügend" (0-6 Punkte). Die Mittelwerte der Summen aller dieser Beurteilungen der einzelnen Methoden und die Benotungen sind in den Abbildungen 17 und 18 zahlenmäßig aufgeführt und graphisch dargestellt. In den meisten Abbildungen wurden Mund-zu-Mund und Mund-zu-Nase unter dem Begriff "Atemspende" und Holger Nielsen, Silvester, Thomsen unter dem Sammelnamen "manuelle Methoden"

zusammengefaßt, da sich keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Gliedern dieser beiden Gruppen ergaben. Die Ergebnisse der Belastungsgruppe und der Erlernbarkeitsgruppe wurden in der Auswertung ebenfalls zusammengefaßt.

Es sollte geprüft werden, ob bei den einzelnen Verfahren die Zahl der erreichten Punkte unterschiedlich war, d.h. ob bestimmte Verfahren leichter erlernbar waren. Da die Verteilung der Punkte nicht einer Normalverteilung entsprach, wurde ein parameterfreies Verfahren, der sog. Friedman-Test, angewandt (131).

Bei jeder Versuchsperson (r) werden den Verfahren (k) je nach Zahl der erreichten Punkte Rangzahlen zugeordnet. Das Verfahren mit der niedrigsten Punktzahl erhält die Rangzahl 1, das mit der höchsten Punktzahl die Rangzahl k (da im vorliegenden Falle 3 Verfahren zu prüfen sind). Stimmen die Punktzahlen zweier Verfahren überein, dann erhalten beide Verfahren den Mittelwert der jeweiligen Rangzahlen. Beurteilt werden die Summen der Rangzahlen der Verfahren ($R_{.j}$). Bestehen Unterschiede in der Erlernbarkeit, dann sind deutliche Unterschiede der Rangsummen zu erwarten. Als Beurteilungsmaß dient die Größe

$$V = \frac{12}{rk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_{.j}^2 - 3r(k+1)$$

die nach der χ^2 -Verteilung mit $k-1$ Freiheitsgraden beurteilt werden kann. Bei einer angenommenen Irrtumswahrscheinlichkeit ($P < 0,05$) müßte bei 2 Freiheitsgraden $V > 6,0$ sein. Da sich aber für die Erlernbarkeitsgruppe $V = 5,5$ und für die Belastungsgruppe $V = 1$ ergibt, lassen sich zwischen den Verfahren keine Unterschiede sichern. Auch wenn man die beiden Gruppen zusammenfaßt, liegt das Ergebnis unter der Signifikanzgrenze ($V = 5,6$).

Es seien noch die häufigsten Fehler im einzelnen angeführt.

Mund - zu - Nase: Nur in einem Fall war die Abdichtung des Mundes (mit dem Daumen) nicht vollständig, so daß bei jeder Insufflation Luft entweichen konnte - eine Füllung der "Lungen" wurde aber dennoch zustande gebracht.

Mund - zu - Mund: In sechs Fällen wurde das Vorziehen des Unterkiefers vergessen oder nicht richtig ausgeführt, viermal kam daher überhaupt keine Beatmung zustande, in zwei Fällen war sie fraglich. Ein weit höherer Prozent-

satz machte zwar bei dem ersten Atemstoß denselben Fehler, korrigierte ihn aber sofort selbst, so daß bei der zweiten Insufflation eine ausreichende Ventilation zustandegebracht werden konnte. Daß das korrekte Vorziehen des Unterkiefers bei der Mund-zu-Mund-Beatmung besondere Schwierigkeiten bereitet, war schon in dem Ausbildungslehrgang beobachtet worden. Nach Korrektur dieses Fehlers waren alle Versuchspersonen in der Lage, eine effektvolle Beatmung am Phantom durchzuführen.

Holger Nielsen: Diese Methode hatte die höchste Fehlerzahl überhaupt zu verzeichnen (45,7% der möglichen Fehler). In 17 Fällen wäre im Ernstfall ein Verschuß der Atemwege dadurch eingetreten, daß bei der Inspiration Kopf und Oberkörper vom Boden abgehoben wurden. Alle anderen möglichen Fehler wurden ungefähr gleich häufig gemacht (8-12mal). Bemerkenswert ist noch, daß Holger Nielsen die höchste Versagerquote hatte - sieben der Versuchspersonen konnten sich überhaupt nicht mehr an die Technik dieser Methode erinnern: drei von ihnen versuchten eine Art Schäfer-Methode auszuführen, genau betrachtet handelte es sich aber um die Thomsen-Technik in Bauchlage.

Silvester: Hier wurden 29,2% der möglichen Fehler gemacht. In 16 Fällen wäre im Ernstfall eine erfolgreiche Beatmung ausgeschlossen gewesen, da 14 Versuchspersonen das Rückenpolster unter den Schulterblättern und die richtige Kopflagerung vergessen hatten und vier die Arme des zu Beatmenden nicht vorschriftsmäßig tief herumzogen, sondern sie nur bis in Schulterhöhe hochhoben, womit auch unter den günstigsten Umständen kaum eine ausreichende Lungenventilation zustande gebracht werden kann. Alle Versuchspersonen konnten sich hier an die Grundzüge der Technik dieser Methode erinnern.

Thomsen: Bei der Durchführung dieser Methode wurden 39,9% der möglichen Fehler gemacht, fünf Versuchspersonen konnten sich überhaupt nicht mehr an die Technik erinnern, und in 20 Fällen wäre ein Beatmungserfolg ausgeschlossen gewesen, da nämlich Rückenpolster und Kopflagerung zur Freihaltung der Luftwege und die Hochlagerung der Arme, um den Thorax des zu Beatmenden in Inspirationsstellung zu bringen, gleich häufig vergessen wurden.

Das Tempo und der Beatmungsrhythmus waren in fast allen Fällen bei den manuellen Methoden unkorrekt.

Die Auswertung dieses Versuches - sowohl nach Punkten als auch nach Benotung - läßt deutlich erkennen, daß die manuellen Methoden schon nach einer Zeitspanne von 5 Monaten wesentlich unvollkommener beherrscht werden als die der Atemspende.

VI. DISKUSSION DES PROBLEMS LAIENTAUGLICHKEIT

In diesen Versuchen hat sich gezeigt, daß in bezug auf die Laientauglichkeit die drei manuellen Methoden statistisch signifikant gegen die der Atemspende abfallen. Sie sind nicht nur schwerer zu erlernen, sondern ihre Technik ist auch wesentlich schwieriger ohne Übung über längere Zeit zu behalten. Die einzelnen Handgriffe der verschiedenen Methoden werden leicht verwechselt, und die Maßnahmen, die unabdingbare Voraussetzungen für eine wirkungsvolle Beatmung sind, werden oft vergessen, obwohl in der Ausbildung ihre Wichtigkeit besonders betont wurde. Es gibt eben zu vieles, was der Ersthelfer im Ernstfalle beachten muß - ein Laie, der einen Erste-Hilfe-Kurs mit Erfolg absolviert hat, ist schon einige Zeit später völlig überfordert, wenn er sofort, ohne sich die einzelnen Handgriffe überlegen zu können, eine wirkungsvolle Wiederbelebung beginnen soll.

Die Methoden der Atemspende dagegen kann jeder, auch der wenig geübte Laie, sofort und jederzeit wirkungsvoll ausführen. Er wird niemals vergessen, die Atemwege freizuhalten, denn ein Verschluß würde ihm sofort auffallen - es wäre eben unmöglich, Luft in die Lungen des Verunglückten zu blasen; in den meisten Fällen korrigiert der Beatmer dann von selbst die Kopf- oder Kieferstellung.

In bezug auf die körperliche Belastung hat sich Entsprechendes gezeigt. Bei Dauerbeatmung erwiesen sich die Methoden der Atemspende als wesentlich weniger anstrengend als die manuellen Verfahren. Muß eine künstliche Beatmung von einem einzigen Helfer über längere Zeit hinweg fortgesetzt werden, so ist nicht nur von der physiologischen Seite her mit einer höheren Wahrscheinlichkeit einer Wiederherstellung der Spontanatmung zu rechnen, wenn Mund-zu-Mund oder Mund-zu-Nase beatmet wird, als wenn eine der manuellen Methoden angewandt wird, sondern die geringere Ermüdung und die einfachere und sicherere Technik der Atemspende garantieren auch noch nach stundenlanger Durchführung eine wirkungsvolle Durchlüftung der Lungen - was man von den manuellen Methoden nicht behaupten kann, mit der Ermüdung des Beatmers nimmt die Fehlerhäufigkeit zu und die Intensität der Beatmung ab.

VII. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wie sich anhand der Literatur und der eigenen Versuche herausgestellt hat, ist die Atemspende die zur Zeit beste Beatmungsmethode. In allen wesentlichen Punkten zeigt sie sich für die Erste Hilfe als am geeignetsten, sie ist darüber hinaus die einfachste und wirkungsvollste Beatmungsmethode ohne Gerät überhaupt. Es ist daher zu fordern, daß nur noch die Atemspende als einzige Methode gelehrt wird - Laien auch noch eine Ausweichmethode beizubringen, hätte wenig Sinn, denn da, wo die Atemspende versagt, müssen auch die manuellen Methoden wirkungslos bleiben! Für den Laiengebrauch sollten sowohl Mund-zu-Mund als auch Mund-zu-Nase gelehrt werden, wobei letzterer der Vorzug zu geben ist. Mund-zu-Nase ist technisch einfacher (Vorziehen des Unterkiefers; auch in Seitenlage einfacher durchführbar), eine Abdichtung von Mund und Nase ist besser gewährleistet, die Gefahr einer Magenblähung ist nicht gegeben; auch bei Trismus und Erbrechen kann jederzeit Mund-zu-Nase beatmet werden. Eine Verlegung der Nasenpassage, die eine Mund-zu-Mund-Beatmung nötig machte, konnte von Ruben und anderen nur in 1% bei 3 000 untersuchten Personen festgestellt werden; selbst nach Einbringen von Salzwasser in die Nase war der Atemwiderstand nur unwesentlich erhöht (149, 165).

Bei der steigenden Zahl schwerster Unfälle sollte heutzutage jedermann in der Lage sein, sofort wirkungsvoll Erste Hilfe leisten zu können - die Maßnahmen zur Erhaltung der vitalen Funktionen müssen dabei an erster Stelle stehen: Freimachen und Freihalten der Atemwege, richtige Lagerung und Atemspende. Weiterhin sind einfache Kenntnisse in der Wundversorgung, der Fixierung von Knochenbrüchen und dem Transport von Verunglückten wünschenswert. Das Grundwissen, das jeder haben sollte, und was darüber hinaus noch von Berufshelfern und ärztlichem Hilfspersonal gefordert werden muß, zeigen die Empfehlungen der Schweizerischen Ärztekommision für Notfallhilfe und Rettungswesen (1):

Ausbildungsziele für nichtärztliche Helfer

<u>Kategorie I</u>	<u>Kategorie II</u>	<u>Kategorie III</u>
Weiteste Bevölkerungskreise. Jedermann vom 12. Jahr an (Schulfach), ähnlich Kameradenhilfe in der Armee	Ausgesuchte, psychisch und physisch zum Einsatz auch in Katastrophensituationen geeignete freiwillige Helfer; nach Absolvierung des Kurses für Kategorie I	Berufshelfer (Krankenschwestern, Krankenwagenpersonal usw.) nach Absolvierung der Kurse für Kategorie I und II
Stoff	Stoff von Kategorie I, zusätzlich:	Stoff von Kategorie I und II, zusätzlich:

Lebensrettende Sofortmaßnahmen

Atmung	<u>Freimachen</u> der Atemwege durch Mundinspektion, Reinigung, evtl. Ausschütteln. <u>Freihalten</u> der Atemwege durch Seitenlage am Unfallort und auf dem Transport; richtige Kopf- und Kieferhaltung auch in Rücken- und Seitenlage.	<u>Absaugen</u> im Mund- (Nasen-) Rachen-Raum	Absaugen der tieferen Luftwege beim <u>intubierten</u> Pat. Betreuung eines Intubierten/Tracheotomierten.
	Künstl. Atmung: <u>Mund-zu-Nase/Mund</u> ohne und mit Zwischen-schaltung von Textilien; in Rücken- u. Seitenlage	Frischluft-Insufflationsbeatmung mit <u>Atembeutel</u> u. Gesichtsmaske	Beatmung eines Intubierten/Tracheotomierten ohne und mit Atembeutel, O ₂ -Inhalation
Kreislauf	<u>Feststellung einer lebensbedrohlichen Blutung</u> und Beherrschung durch Hochlagerung, Fingerdruck, Druckverband, evtl. Abbindung	<u>Pulsfühlen</u> , Pulszählen	Messung des syst. <u>Blutdrucks</u> (palpat.). <u>Einfache Beurteilung des AZ</u> , Verabreichung und Überwachung von <u>Infusionen</u> u. <u>Injektionen</u> , von Medikamenten nach ärztl. Indikation. <u>Externe Herzmassage</u>

Kategorie I

Kategorie II

Kategorie III

Allgemeines

"Traditionelle" Erste-Hilfe-Maßnahmen wie Verbinden, Fixieren, Transporte mit einfachen Hilfsmitteln, einfache Kranken- und Verwundetenpflege

Assistenz des Arztes bei einfachsten Eingriffen, Protokollführung

Diese Grundkenntnisse müssen in einem vertretbaren Rahmen der breitesten Öffentlichkeit nahegebracht werden - Presse, Film und Fernsehen sind wertvolle Hilfsmittel, auf ein Üben in Erste-Hilfe-Kursen sollte aber keinesfalls verzichtet werden. Es wäre daher wünschenswert, nach norwegischem Vorbild die Erste Hilfe als Schulfach für alle Kinder ab 12 Jahren einzuführen (41, 111). Die Erfahrungen von Lind haben gezeigt, daß zum Erlernen der Atemspende bei 30 Schülern eine halbe Stunde Unterricht genügt - eine Wiederholung nach einigen Monaten ist wünschenswert; Entsprechendes ergaben auch die vorliegenden Versuche. Dabei ist noch zu beachten, daß es wichtiger ist, allgemeine Prinzipien zu lehren als ausschließlich spezielle Handgriffe üben zu lassen - bei den Methoden der Atemspende ist der Laie im Notfall in der Lage zu improvisieren (39).

Wenn man bedenkt, daß nur 12% der deutschen Ärzte und 20% des Hilfspersonals die Methoden der Wiederbelebung zu beherrschen glauben (51) - der Prozentsatz derer, die sie wirklich können, dürfte noch wesentlich niedriger sein - so ist das ein erschreckend schlechtes Zeichen für den heutigen Ausbildungsstand des Ersthelfers. Der Initiative von Frey ist es zu verdanken, daß in Deutschland seit einigen Jahren Bestrebungen im Gange sind, das gesamte Rettungswesen neu zu organisieren und zu verbessern.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wird ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung und die physiologischen Grundlagen der verschiedenen Wiederbelebungsverfahren gegeben.
2. Die Technik der Beatmungsmethoden nach Silvester, Thomsen, Holger Nielsen und die der Atemspende (Mund-zu-Mund, Mund-zu-Nase) werden beschrieben. Anhand der Literatur wird geprüft, welche der Methoden den Bedingungen für ein ideales Beatmungsverfahren entsprechen. Dabei stellt sich die Überlegenheit der Atemspende deutlich heraus.
3. Das Problem Laientauglichkeit wird in zwei gesonderten Versuchsreihen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, daß die drei manuellen Beatmungsmethoden gegenüber der Atemspende statistisch signifikant abfallen; sie sind nicht nur schwerer zu erlernen, sondern die Technik ihrer Durchführung ist auch wesentlich schwieriger über längere Zeit zu behalten. In bezug auf die körperliche Belastung zeigt sich Entsprechendes: bei Dauerbeatmung über eine Stunde erweisen sich die Methoden der Atemspende als wesentlich weniger anstrengend als die manuellen Verfahren.
4. Daraus wird gefolgert, daß die Atemspende als Methode der Wahl in Deutschland allgemein eingeführt werden sollte. Für den Laiengebrauch ist der Mund-zu-Nase-Beatmung der Vorzug zu geben.

IX. LITERATURVERZEICHNIS

1. Ahnefeld, F.W., R.Frey: Tagungsbericht - Internat.Symposium über Wiederbelebung und Anaesthetie unter Feldverhältnissen, Bonn 1965. *Anaesthesist* 14, 367-372 (1965)
2. Ahnefeld, F.W., H.H.Hennes: Atemspende - Ausbildung an Phantomen. *Anaesthesist* 11, 307-310 (1962)
3. Altes Testament II Könige 4, 32-35
4. Asmussen, E., A.Hahn-Petersen u.a.: Air passage through the hypopharynx in unconscious patients in the prone position. *Acta anaesth. Scand.* 3, 123-127 (1959)
5. Baldermann, M.: Kritische Bewertung der Wiederbelebungsmethoden von Hand. *Wehrmed.Mitt.* 3, 140-142 (1959)
6. Bielicke, H.J.: Entgegnung zu dem Artikel von H.Buckup u.Mitarb. (vgl. 17). *Zbl.Arbeitsmed.* 8, 288 f. (1958)
7. Böhler, J.: Soforthilfe am Unfallort durch den praktischen Arzt. *Z.ärztl.Fortbild.* 51, 941-947 (1962)
8. Bretschneider, H.J.: Physiologische Grundlagen für die künstliche Atmung. *Anaesthesist* 14, 367-372 (1965) u. Schriftenreihe Wehrdienst u. Gesundheit (1966) im Druck
9. Brook, M.H., J.Brook: Direct artificial respiration. *Canad.med.Ass.J.* 82, 245-248 (1960)
10. Brook, M.H., J.Brook u.a.: Emergency resuscitation. *Brit.Med.J.* II, 1564-1566 (1962)
11. Brosch, A.: Die wirksamste Methode der künstlichen Athmung. *Wien.klin.Wschr.* 9, 1179-1182 (1896)
12. Bruns, O.: Erzeugen die Wiederbelebungsmethoden einen künstlichen Blutkreislauf? *Dtsch.med.Wschr.* 53, 1905 f. (1927)
13. Bruns, O.: Über Wiederbelebung durch künstliche Atmung. *Klin.Wschr.* 6, 1548-1552 (1927)
14. Bruns, O.: Elektrokardiographische Kontrolle des Scheintodes und der Wiederbelebungsmöglichkeiten. *Münch.med.Wschr.* 81, 1225-1228 (1934)
15. Bruns, O., K.Thiel: Die Wiederbelebung. *Erg.ges.Med.* 13, 551-626 (1929)
16. Bucklitsch, W.: Physiologische Grundlagen der Mundbeatmung. *Dtsch.Gesd.wes.* 17, 268-271 (1962)
17. Buckup, H., W.Feßler u.a.: Aus der Praxis der Wiederbelebung bei Arbeitsunfällen. *Zbl.Arbeitsmed.* 8, 6-10 (1958)

18. Buckup, H., W. Feßler u. a.: Schlußwort zu den Er widerungen von W. Stoeckel (vgl. 171) und H. J. Bielicke (vgl. 6) zu dem Artikel "Aus der Praxis..." (vgl. 17). Zbl. Arbeitsmed. 8, 289-292 (1958)
19. Bühlmann, A.: Theoretische Grundlagen der respiratorischen Reanimation. Helvet. med. Acta 27, 548-560 (1960)
20. Buxton, R. St. J.: Expired-air resuscitation (Letters to the editor, vgl. 24), Lancet I, 1132 (1960)
21. Buxton, R. St. J.: Expired-air resuscitation (Letters to the editor, vgl. 24, 31). Lancet II, 157 (1960)
22. Collins, V. J., G. Saland: Dangers of artificial airways for rescue work. N. Y. State J. Med. 60, 388-390 (1960)
23. Comroe, J. H., R. D. Dripps: Artificial respiration. J. Amer. Med. Ass. 130, 381-383 (1946)
24. Cox, J., R. Woolmer u. a.: Expired-air resuscitation. Lancet I, 727-729 (1960)
25. Dam, W.: Über den Unterricht für nichtärztliches Sanitätspersonal mit dem Phantom und an curarisierten Patienten. Z. org. Dtsch. Rot. Kreuz H. 11, S. 13 (1960)
26. Dam, W.: Ausbildungsprogramm für Laien-Retter. Anaesthesist 12, 43 (1963)
27. Dam, W., H. Nolte: Die Ausbildung und Ausstattung des Ersthelfers. Anaesthesist 14, 367-372 (1965) u. Schriftenreihe Wehrdienst u. Gesundheit (1966) im Druck
28. Dill, D. B.: Introduction to the symposium on mouth-to-mouth resuscitation. J. Amer. Med. Ass. 167, 317-319 (1958)
29. Dobkin, A. B.: Save a life with a breath of air. Canad. Med. Ass. J. 81, 458-463 (1959)
30. Dobkin, A. B.: Direct artificial respiration training with the Brook airway. Lancet II, 662 f. (1959)
31. Dobkin, A. B.: Expired-air resuscitation (Letters to the editor, vgl. 24). Lancet I, 982 (1960)
32. Dobkin, A. B.: Training in emergency (on-the-spot) resuscitation. Acta anaesth. Scand. Suppl. IX, 56-62 (1961)
33. Effert, S.: Herzstillstand und Wiederbelebung. Dtsch. med. Wschr. 86, 638-647 (1961)
34. Elam, J. O.: Emergency respiratory resuscitation. Acta anaesth. Scand. Suppl. IX, 24-38 (1961)
35. Elam, J. O., E. S. Brown u. a.: Artificial respiration by mouth-to-mask method. N. England J. Med. 250, 749-754 (1954)

36. Elam, J.O., D.G. Greene u.a.: Oxygen and carbon dioxide exchange and energy cost of expired air resuscitation. *J. Amer. Med. Ass.* 167, 328-334 (1958)
37. Elam, J.O., D.G. Greene u.a.: Head-tilt method of oral resuscitation. *J. Amer. Med. Ass.* 172, 812-815 (1960)
38. Elam, J.O., D.G. Greene: Mission accomplished - successful mouth-to-mouth resuscitation. *Anesth. Analg. Curr. Res.* 40, 440-442 (1961)
39. Elam, J.O., A.M. Ruben u.a.: Resuscitation of drowning victims. *J. Amer. Med. Ass.* 174, 13-16 (1960)
40. Elam, J.O., A.M. Ruben u.a.: Mouth-to-nose resuscitation during convulsive seizures. *J. Amer. Med. Ass.* 176, 565-569 (1961)
41. Elam, J.O., H.M. Ruben u.a.: Training layman in emergency resuscitation. *Anesth. Analg. Curr. Res.* 40, 603-608 (1961)
42. Eysselseij, G. van: Die Methoden der künstlichen Atmung, Berlin 1912
43. Fisher, H.E.: The evolution of resuscitation. *Industr. Med.* 11, 430 f. (1942)
44. Flagg, P.J.: The art of resuscitation, New York 1944
45. de Forest, R.E., C.J. Potthoff: Back pressure-arm lift method for administering artificial respiration recommended. *J. Amer. Med. Ass.* 147, 1454 f. (1951)
46. Frey, R.: Praktische Fragen der künstlichen Beatmung. - In: Hauf, R., Tagungsbericht (vgl. 78), Frankfurt/M. 1959, S. 67-72
47. Frey, R.: Fortschritte der Anaesthesie und Wiederbelebung. *Ärztebl. (Rheinld.)* 14, 425-428 (1961)
48. Frey, R.: Die respiratorische Wiederbelebung. - In: Referate der Anaesthesie-Ärzte-Tagung, Frankfurt/M. 1962, S. 38 f.
49. Frey, R.: Die Veränderungen in Herz- und Kreislaufsystem bei Druckbeatmung sowie Stellungnahme zur Wiederbelebung aus der Sicht des Anaesthesisten. Tagungshandbuch der Landesverbandsärztertagung der DLRG, Frankfurt/M. 1962, S. 13-23
50. Frey, R.: Mechanische Maßnahmen zur Wiederbelebung des Herzens (Klinik). Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Kreislauforschung Bad Nauheim 1964, Darmstadt 1964, S. 95-101
51. Frey, R.: Das Aufgabengebiet der Anaesthesie im Katastrophenfall. *Anaesthesist* 14, 367-372 (1965) und Schriftenreihe Wehrdienst u. Gesundheit (1966), im Druck
52. Frey, R., F.W. Ahnefeld: Schockbekämpfung und Wiederbelebung von Atmung und Kreislauf. *Wehrtechn. Mhefte*, H. 12, 471-480 (1964)

53. Frey, R., W. Hügin, O. Mayrhofer: Lehrbuch der Anaesthesiologie, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955; vgl. bes. Kap. 'Aufrechterhaltung der Atmung', S. 102-116
54. Frey, R., J. R. Jude u. a.: Die äußere Herzwiederbelebung. Dtsch. med. Wschr. 87, 857-863 (1962)
55. Frey, R., F. Kern u. a.: Bericht über den I. Europ. Kongreß für Anaesthesiologie, Wien 1962. Anaesthesist 12, 33-60 (1963)
56. Frey, R., H. Nolte: Beatmung am Unfallort durch Arzt und Laien. Dtsch. Therap. woche 15, 481 f. (1965)
57. Frey, R., J. Stoffregen: Atemstillstand. Dtsch. med. Wschr. 82, 1442-1444 (1957)
58. Fruhmann, G., B. Klun u. a.: Zur künstlichen Atmung. Dtsch. med. Wschr. 78, 1365-1370 u. 1400-1402 (1953)
59. Gandevia, B.: Expired-air resuscitation (Letters to the editor, vgl. 24). Lancet I, 1248 (1960)
60. Gardner, E. K.: Expired-air resuscitation (Letters to the editor, vgl. 24). Lancet I, 1024 (1960)
61. Göpfert, H.: Physiologische Grundlagen der künstlichen Beatmung mit besonderer Berücksichtigung neuerer Beatmungsgeräte. - In: Hauf, R., Tagungsbericht (vgl. 78), Frankfurt/M. 1959, S. 43-66
62. Gordon, A. S.: The principles and practice of heart-lung-resuscitation. Acta anaesth. Scand. Suppl. IX, 134-146 (1961)
63. Gordon, A. S., J. E. Affeldt u. a.: Air-flow patterns and pulmonary ventilation during manual artificial respiration on apneic normal adults. J. Appl. Physiol. 4, 408-420 (1951)
64. Gordon, A. S., D. C. Fainer u. a.: Artificial respiration. J. Amer. Med. Ass. 144, 1455-1464 (1950)
65. Gordon, A. S., C. W. Frye u. a.: Mouth-to-mouth versus manual artificial respiration for children and adults. J. Amer. Med. Ass. 167, 320-328 (1958)
66. Gordon, A. S., O. Prec u. a.: Circulatory studies during artificial respiration on apneic normal adults. J. Appl. Physiol. 4, 421-438 (1951)
67. Gordon, A. S., F. Raymon u. a.: Manual artificial respiration. J. Amer. Med. Ass. 144, 1447-1452 (1950)
68. Gordon, A. S., F. Raymon u. a.: Energy expenditure of operators during manual artificial respiration. J. Appl. Physiol. 4, 439-446 (1951)
69. Gordon, A. S., M. S. Sadove u. a.: Critical survey of manual artificial respiration. J. Amer. Med. Ass. 147, 1444-1453 (1951)
70. Gordon, A. S., S. Star u. a.: Pedagogical and performance factors of manual artificial respiration with naval personnel. J. Appl. Physiol. 4, 447-457 (1951)

71. Greene, D.G., R.O.Bauer u.a.: Crossed ventilation in apneic patients. *Amer.J.Physiol.* 187, 602 (1956)
72. Greene, D.G., R.O.Bauer u.a.: Expired air resuscitation in paralyzed human subjects. *J. Appl.Physiol.* 11, 313-318 (1957)
73. Greene, D.G., J.O.Elam u.a.: Cinefluorographic study of hyperextension of the neck and upper airway patency. *J.Amer.Med.Ass.* 176, 570-573 (1961)
74. Grimm, H.: Bekämpfung von Atem- und Kreislaufinsuffizienz nach Unfällen. *Med.Klin.* 58, 325-327 (1963)
75. Haid, B.: Emergency resuscitation in avalanche disasters. *Acta anaesth. Scand. Suppl.* IX, 88-98 (1961)
76. Hainzl, H.: Künstliche Atmung - aber wie? *Dtsch.Gesd.wes.* 17, 979-983 (1962)
77. Hantchev, Z.S.: Mouth-to-mouth method of artificial respiration. - In: Technical discussions on the Organization of Resuscitation and Casualty Services (WHO-Bulletin), Kopenhagen 1963, S.61-69
78. Hauf, R.: Beiträge zur Ersten Hilfe und Behandlung von Unfällen durch elektrischen Strom (Tagungsbericht - Ärztl.Forschungsstelle f. elektr. Unfälle, Säckingen 1959), Frankfurt/M. 1959
79. Herholdt, J.D., C.G.Rafn: An attempt at an historical survey of life-saving measures for drowning persons, Kopenhagen 1796 - Nachdruck Aarhus 1960
80. Erste Hilfe: Unterrichtsbuch d.Dtsch.Rot.Kreuz. (Hrsg. v.Redwitz), 9.Aufl., Mainz-Heidelberg 1957; vgl. bes. Kap. 'Erste Hilfe bei Bewußtlosigkeit', S.88-98
81. Hofmeier, H.K.: Die Rettung Ertrunkener in R.Z. Beckers 'Noth- u. Hilfsbüchlein d. Dorfes Mildheim'. *Ärztl.Mitt.* 47/60, 236-239 (1963)
82. Holmdahl, M.H.: Aspects of first aid with special reference to support of vital functions in road traffic injuries. - In: Technical discussions on the Organization of Resuscitation and Casualty Services (WHO-Bulletin), Kopenhagen 1963, S.10-30
83. Hossli, G.: Die Behandlung des bewußtlosen Patienten. *Schweiz.med. Wschr.* 84, 338-342 (1954)
84. Hossli, G.: Das Verhalten des Arztes beim Scheintod. *Schweiz.med. Wschr.* 89, 762-766 (1959)
85. Hossli, G.: Wiederbelebung bei Bergunfällen. *Sportarzt* 10, 207-214 (1959)

86. Hossli, G.: Die Wirksamkeit verschiedener Beatmungsmethoden für die Wiederbelebung in der Ersten Hilfe. *Helvet.med.acta* 27, 603-612 (1960)
87. Hossli, G.: Bemerkungen zur Arbeit 'Die direkte Mund-Beatmung vom Standpunkt der Ventilation aus betrachtet' (vgl. 189). *Anaesthesist* 10, 90 (1961)
88. Hossli, G.: Die Rettung des akut bedrohten Menschenlebens bei Unfällen und Krankheiten. *Praxis* 50, 946-952 (1961)
89. Hossli, G.: Die Behandlung des Bewußtlosen durch den praktischen Arzt. *Z.ärztl.Fortbild.* 51, 955-967 (1962)
90. Hossli, G., R.Gattiker: Beatmungsmethoden für die Erste Hilfe. *Schweiz.med.Wschr.* 88, 708-710 (1958)
91. Imo, K.: Lebensrettung mit dem Atembeutel nach Dr. H.Ruben. *Münch.med.Wschr.* 101, 2252-2255 (1959)
92. Jellinek, St.: Eine neue Methode der künstlichen Atmung. *Wien.klin.Wschr.* 47, 808-810 (1934)
93. Jude, J.R., W.B.Kouwenhoven u.a.: Cardiac arrest. *J.Amer.Med.Ass.* 178, 1063-1070 (1961)
94. Karpovich, P.V., C.J.Hale, T.L.Bailey: Pulmonary ventilation in manual artificial respiration. *J.Appl.Physiol.* 4, 458-466 (1951)
95. Karpovich, P.V., C.J.Hale: Energy expended in administering artificial respiration. *J.Appl.Physiol.* 4, 467-471 (1951)
96. Karpovich, P.V., C.J.Hale: Manual artificial respiration - pedagogical and fatigue factors involved in its use. *J.Appl.Physiol.* 4, 472-475 (1951)
97. Keen, G.: The scope and limitations of external cardiac resuscitation. *Lancet* II, 1194-1196 (1962)
98. Keith, A.: Three Hunterian lectures on the mechanism underlying the various methods of artificial respiration. *Lancet* I, 745-749, 825-828, 895-899 (1909)
99. Killian, H.: Über die Grenzen und Leistungsfähigkeit manueller Beatmungsmethoden. *Dtsch.med.Wschr.* 85, 53-57 (1960)
100. Killian, H., A.Dönhardt: Wiederbelebung, Stuttgart 1955
101. Killick, E.M., F.C.Eve: Physiological investigation of the rocking method of artificial respiration. *Lancet* II, 740-742 (1933)
102. Koch, Th.: Zum Problem Wiederbelebung - 100 Jahre Methode Silvester. *Zbl.Arbeitsmed.* 8, 281-285 (1958)
103. Koller, S.: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen, 3.Aufl., Darmstadt 1953

104. Koller, S.: Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse. - In: Hoppe-Seyler/Thierfelder's Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955, Bd.II/2, S.931-1036
105. Koller, S.: Statistische Auswertungsmethoden. - In: Rauen, H.M., Biochemisches Taschenbuch, II. Teil, 2. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg-New York 1964, S.959-1046
106. Kouwenhoven, W.B., J.R. Jude u.a.: Closed-chest cardiac massage. *J. Amer. Med. Ass.* 173, 1064-1067 (1960)
107. Krietemeyer, H.J.: Zur Behandlung der Atemlähmung und entsprechende Maßnahmen am Unfallort. *Med. Klin.* 58, 445-448 (1963)
108. Läubli, E.: Die Aspirationsmethode bei Opfern des Straßenverkehrs. *Schweiz. med. Wschr.* 84, 335-338 (1954)
109. Lane, J.C.: Resuscitación cardiopulmonar. *Rev. paulista med.* 63, 256-262 (1963)
110. Ligeti, A.: Artificial respiration (Letters to the editor). *Lancet* II, 47 (1960)
111. Lind, B.: Teaching mouth-to-mouth resuscitation in primary schools. *Acta anaesth. Scand. Suppl. IX*, 63-69 (1961)
112. Linder, A.: Planen und Auswerten von Versuchen, Basel 1953
113. Matthews, G.: Expired-air resuscitation (Letters to the editor - vgl. 24). *Lancet* II, 601 (1960)
114. Mayrhofer-Krammel, O., N. Hammer: Reanimation und Schockbekämpfung am Verkehrsunfallort (Hrsg. Kuratorium f. Verkehrssicherheit), Wien o.J.
115. Mijnlieff, C.J.: Welche ist die beste Methode der manuellen künstlichen Atmung und in welcher Weise ist dieselbe am besten auszuführen? *Münch. med. Wschr.* 81, 1758-1764 (1934)
116. Mijnlieff, C.J., L. Waterman: Die künstliche Atmung und die künstliche Blutzirkulation. *Dtsch. Zschr. Chir.* 250, 454-483 (1938)
117. Morikawa, S., P. Safar u.a.: Influence of head position upon upper airway patency. *Anesthesiology* 22, 265-270 (1961)
118. Nielsen, H.: En Oplivingsmetode. *Ukr. Laeger* 94, 1201-1203 (1932)
119. Nims, R.G., E.H. Conner u.a.: Comparison of methods for performing manual artificial respiration on apneic patients. *J. Appl. Physiol.* 4, 486-495 (1951)
120. Nolte, H.: Möglichkeiten der Wiederbelebung im Krankenhaus. *Dtsch. Zbl. Krankenpflege*, H.4, S.161 f. (1965)

121. Nolte, H.: Persönliche Mitteilungen
122. Nolte, H., R. Frey: Welche einfachen Beatmungsmethoden sind bei der Reanimation am Unfallort empfehlenswert? Münch. med. Wschr. 107, 1664-1666 (1965)
123. Nolte, H., R. Frey: Practical and training aspects in the teaching of ventilatory resuscitation. Lancet (1966), im Druck
124. Nolte, H., R. Frey: Erlernbarkeit und physische Belastung der Beatmungsmethoden ohne Hilfsgerät. Persönliche Mitteilung von Dr. Nolte
125. Noviant, Y.: Mouth-to mouth resuscitation with blood-gas and expired-air analysis. Acta anaesth. Scand. Suppl. IX, 42-49 (1961)
126. Noviant, Y.: Ressuscitation pulmonaire et cardiaque (Hrsg. Société Française d'Anesthésie), Paris (1963)
127. Nunn, J. F., E. J. M. Campbell u. a.: Anatomical subdivisions of the volume of respiratory dead space and effect of position of the jaw. J. Appl. Physiol. 14, 174-176 (1959)
128. Ohl, R., O. Kaiser u. a.: Die physiologisch bedingten Forderungen an die Konstruktion von Geräten für die Mundbeatmung. Dtsch. Gesd. wes. 17, 458-463 (1962)
129. Orbach, H.: Erstversorgung am Unfallort, Stuttgart 1964
130. Opie, L. H.; J. M. K. Spalding u. a.: Intrathoracic pressure during intermittent positive-pressure respiration. Lancet I, 911-915 (1961)
131. Pfanzagl, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik, Bd. II, 2. Aufl., Berlin 1966
132. Pfefferkorn, A.: Atmungsstörungen und Beatmungstechnik. Z. ärztl. Fortbild. 56, 959-963 (1962)
133. Poulsen, H.: Untersuchungen über künstliche Atmung in der Ersten Hilfe. Anaesthesist 9, 141-144 (1960)
134. Poulsen, H., J. Skall-Jensen u. a.: Pulmonary ventilation and respiratory gas exchange during manual artificial respiration and expired-air resuscitation on apnoeic normal adults. Acta anaesth. Scand. 3, 129-153 (1959)
135. Prokop, L.: Zur Physiologie der Atmung und Wiederbelebung bei Ertrinkungsfällen. Tagungshandbuch der Landesverbandsärztetagung der DLRG, Frankfurt/M. 1962, S. 24-35
136. Redding, J. S., R. A. Cozine: A comparison of open-chest and closed-chest cardiac massage in dogs. Anesthesiology 22, 280-285 (1961)
137. Redding, J. S., R. A. Cozine u. a.: Resuscitation from drowning. J. Amer. Med. Ass. 178, 1136-1139 (1961)
138. Redding, J. S., J. W. Pearson: Resuscitation from asphyxia. J. Amer. Med. Ass. 182, 283-286 (1962)

139. Reinl, W.: Über die Notwendigkeit der künstlichen Beatmung bei elektrischen Unfällen. Zbl.Arbeitsmed. 8, 292 f. (1958)
140. Ruben, A.M., J.O.Elam, H.M.Ruben: Rescue breathing. Lancet II, 69 (1959)
141. Ruben, A.M., H.M.Ruben: Künstliche Beatmung - Regurgitation und Wasserentzug aus der Lunge. Anaesthesist 12, 43 (1963)
142. Ruben, H.M.: Self-contained resuscitation equipment. Canad. med. Ass. J. 80, 44 f. (1959)
143. Ruben, H.M.: Expired-air resuscitation (Letters to the editor)-vgl.24). Lancet I, 1131 (1960)
144. Ruben, H.M.: Künstliche Beatmung im Lichte der neuesten Erfahrungen. Z.org. Dtsch.Rot.Kreuz, H.11, S.14 f. (1960)
145. Ruben, H.M.: Upper airway obstruction and artificial respiration. Acta chir.Scand. Suppl. 283, 158-161 (1961)
146. Ruben, H.M., N.Bentzen u.a.: X-ray study of passage of air through the pharynx in anesthetised patients. Lancet I, 849-852 (1960)
147. Ruben, H.M., J.O.Elam u.a.: Investigation of upper airway problems in resuscitation. Anesthesiology 22, 271-279 (1961)
148. Ruben, H.M., E.J.Knudsen u.a.: Gastric inflation in relation to airway pressure. Acta anaesth.Scand. 5, 107-114 (1961)
149. Ruben, H.M., E.J.Knudsen u.a.: Untersuchungen über die Nasenpassage im Hinblick auf die praktische Anwendung der Mund-zu-Nase-Methode. Anaesthesist 11, 268-270 (1962)
150. Sadove, M.S., A.S.Gordon u.a.: Barbiturate-curare-induced apnea for artificial respiration studies on normal adults. J.Appl.Physiol. 4, 403-407 (1951)
151. Safar, P.: Ventilatory efficacy of mouth-to-mouth artificial respiration. J.Amer.Med.Ass. 167, 335-341 (1958)
152. Safar, P.: Unwirksamkeit der manuellen Beatmung wegen Obstruktion der oberen Luftwege. Anaesthesist 8, 228-231 (1959)
153. Safar, P.: Failure of manual respiration. J.Appl.Physiol. 14, 84-88 (1959)
154. Safar, P.: Resuscitation following fresh-water or sea-water aspiration. Acta anaesth.Scand. Suppl.IX, 99-107 (1961)
155. Safar, P.: Closed chest cardiac massage. Anesth.Analg.Curr.Res. 40, 609-613 (1961)
156. Safar, P.: Resuscitation controversial aspects, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963

157. Safar, P.: Die moderne Wiederbelebung im Rahmen der Erstversorgung. *Anaesthesist* 14, 367-372 (1965) u. Schriftenreihe Wehrdienst u. Gesundheit (1966), im Druck
158. Safar, P., L.[Aguto]-Escarraga u.a.: A comparison of the mouth-to-mouth and mouth-to-airway methods of artificial respiration with the chest-pressure arm lift methods. *N.England J. Med.* 258, 671-677 (1958)
159. Safar, P., Aguto-Escarraga u.a.: Methoden der Mund-zu-Mund Beatmung, *Anaesthesist* 8, 231-235 (1959)
160. Safar, P., L. Aguto-Escarraga u.a.: The resuscitation dilemma. *Anesth. Analg. Curr. Res.* 38, 394-405 (1959)
161. Safar, P., L.[Aguto]Escarraga u.a.: Upper airway obstruction in the unconscious patient. *J. Appl. Physiol.* 14, 760-764 (1959)
162. Safar, P., T.C. Brown u.a.: Ventilation and circulation with closed-chest cardiac massage in man. *J. Amer. Med. Ass.* 176, 574-576 (1961)
163. Safar, P., J.O. Elam u.a.: Resuscitative principles for sudden cardio-pulmonary collapse. *Dis. Chest* 43, 34-49 (1963)
164. Safar, P., M. McMahon: Mouth-to-airway emergency artificial respiration. *J. Amer. Med. Ass.* 166, 1459 f. (1958)
165. Scherrer, M.: Praktische Durchführung der respiratorischen Reanimation. *Helvet. med. acta* 27, 561-573 (1960)
166. Scherrer, M.: Atem- und Herzstillstand. *Schweiz. med. Wschr.* 93, 389-391 (1963)
167. Schneider, M.: Die Wiederbelebenszeit verschiedener Organe nach Ischämie. *Langenbeck's Arch. klin. Chir.* 308, 252-265 (1964)
168. Silvester, H.R.: A new method of resuscitating stillborn children, and of restoring persons apparently drowned or dead. *Brit. Med. J.* 2, 576-579 (1958)
169. Skogh, M.: Expired-air resuscitation (Letters to the editor, vgl. 24). *Lancet* I, 1414 (1960)
170. Stieglitz, R.: Kritische Wertung der apparatlosen Beatmungsmethoden. *Dtsch. Gesd. wes.* 17, 448-458 (1962)
171. Stoeckel, W.: Wiederbelebung Scheintoter (vgl. 17). *Zbl. Arbeitsmed.* 8, 285-287 (1958)
172. Stoeckel, W.: 'Atemspende' - Lehren und Lernen. Ausbildungsbeilage zum *Z. org.* *Dtsch. Rot. Kreuz*, H. 6-7-8 (1962)
173. Stoffregen, J.: Hämodynamische Veränderungen bei der künstlichen Atmung. *Klin. Wschr.* 34, 422-426 (1956)

174. Stoffregen, J.: *Atmung und Beatmung*, Heidelberg 1961
175. Thiel, K.: Über einige alte und neue Probleme der Wiederbelebung. *Wiss. Mitt. Drägerwerk*, H.18 (1943)
176. Thiel, K.: Die physiologischen Grundlagen der Wiederbelebung (Hrsg. Drägerwerk), Lübeck 1949
177. Thomsen, W.: Über eine Abänderung der künstlichen Atmung nach Howard. *Münch.med.Wschr.* 81, 948 f. (1934)
178. Thomsen, W.: Aktuelle Probleme der künstlichen Beatmung. *Ärztl. Praxis* 12, 161-164 (1960)
179. Thomsen, W.: Historische Entwicklung der Wiederbelebungsmethoden innerhalb der DLRG. *Tagungshandbuch der Landesverbandsärztertagung der DLRG*, Frankfurt/M. 1962, S.5-11
180. Ulmer, W.T., W.Ey u.a.: Untersuchungen über die Wirksamkeit manueller Beatmungsmethoden. *Dtsch.med.Wschr.* 85, 58-62 (1960)
181. Ulmer, W.T., W.Ey u.a.: Untersuchungen über die Wirksamkeit der Mund-zu-Mund-Beatmung. *Dtsch.med.Wschr.* 85, 63-67 (1960)
182. Ulmer, W.T., H.P.Harrfeldt u.a.: Die Durchführung der verschiedenen Mund-zu-Mund-Beatmungsmethoden. *Dtsch.med.Wschr.* 85, 67-70 (1960)
183. Ulmer, W.T., H.P.Harrfeldt u.a.: Erfahrungen und Versuchsergebnisse mit der Atemspende in atypischer Lage. *Dtsch.med.Wschr.* 86, 2367-2370 (1961)
184. Ungeheuer, E., H.Contzen: Erste Hilfe am Unfallort durch den Arzt. *Z.ärztl.Fortbild.* 51, 948-954 (1962)
185. Vosschulte, K.: Anwendung und Leistungsfähigkeit der Wiederbelebungsmethoden. *Langenbeck's Arch.klin.Chir.* 308, 242-252 (1964)
186. Waters, R.M.: Simple methods for performing artificial respiration. *J.Amer.Med.Ass.* 123, 559-561 (1943)
187. Waters, R.M., J.H.Bennett: Artificial respiration - comparison of manual maneuvers. *Anesth.Analg.Curr.Res.* 15, 151-154 (1936)
188. Wechselberger, F.: Der Unfall-Erstickungstod und seine Verhütung. *Westfäl.Ärztebl.* 17, 620-629 (1963)
189. Weerden, G.J.van: Die direkte Mund-Beatmung vom Standpunkt der Ventilation aus betrachtet. *Anaesthesist* 10, 85-89 (1961)
190. Welsch, G., G.Grünwald u.a.: Beatmungsvolumen und Atemtechnik bei der Atemspende mit einem einfachen Beatmungstubus. *Dtsch.Gesd.wes.* 17, 887-894 (1962)
191. Whittenberger, J.L.: Artificial respiration. *Physiol.Rev.* 35, 611-628 (1955)

192. Whittenberger, J.L.: Artificial respiration - theory and applications, New York 1962; vgl. bes. Kap. 7 u. 8, S. 69-146
193. Whittenberger, J.L., J.E. Affeldt u.a.: Mechanics of breathing in relation to manual methods of artificial respiration. J. Appl. Physiol. 4, 476-485 (1951)
194. Young, C.B.: First aid and resuscitation, Springfield/Illinois 1954
195. Zapp, H.: Lemt Helfen, Oberaudorf/Inn 1952

X. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

A. Abbildungen

- | | | |
|---------|---|---|
| Abb.1. | Holger Nielsen: | a) Lagerung
b) Ausatmung
c) Einatmung |
| Abb.2. | Silvester: | a) Lagerung
b) Ausatmung
c) Einatmung |
| Abb.3. | Thomsen: | a) Lagerung
b) Ausatmung
c) Einatmung |
| Abb.4. | Mund-zu-Mund: | a) Einatmung
b) Ausatmung |
| Abb.5. | Mund-zu-Nase | a) Einatmung
b) Ausatmung |
| Abb.6. | a) Mittellage des Kopfes an der Versuchsperson
b) Mittellage des Kopfes am Kopfschnittmodell | |
| Abb.7. | a) Hyperextension des Kopfes an der Versuchsperson
b) Hyperextension des Kopfes am Kopfschnittmodell | |
| Abb.8. | a) Hyperextension des Kopfes und Vorziehen des Kinns mit geschlossenem Mund (bei Mund-zu-Nase) an der Versuchsperson
b) Hyperextension des Kopfes und Vorziehen des Kinns mit offenem Mund (bei Mund-zu-Mund) an der Versuchsperson
c) Hyperextension des Kopfes und Vorziehen des Kinns am Kopfschnittmodell | |
| Abb.9. | Ambu-Phantom nach Ruben und Hesse (Dänemark) | |
| Abb.10. | Resusci-Anne nach Asmund Laerdal und Lind (Norwegen) | |
| Abb.11. | Stabile Seitenlagerung (auch NATO-Lagerung genannt) | |

- Abb.12. Durchschnittliche Pulswerte (Belastungsversuch)
a) Bei allen 5 Methoden
b) Bei Atemspende und manuellen Methoden
- Abb.13. Durchschnittliche systolische Blutdruckwerte (Belastungsversuch)
a) Bei allen 5 Methoden
b) Bei Atemspende und manuellen Methoden
- Abb.14. Durchschnittliche Atemfrequenz (Belastungsversuch) bei allen 5 Methoden
- Abb.15. Durchschnittliche Temperaturdifferenzen (Belastungsversuch)
a) Bei allen 5 Methoden
b) Bei Atemspende und manuellen Methoden
- Abb.16. Durchschnittliche Gewichts-differenzen (Belastungsversuch)
a) Bei allen 5 Methoden
b) Bei Atemspende und manuellen Methoden
- Abb.17. Bewertung in Prozent der erreichbaren Punkte (Erlernbarkeitsversuch)
- Abb.18. Fehler in Prozent der möglichen Fehler (Erlernbarkeitsversuch)

B. Tabellen

- Tab.1. Bewertungstabelle (Kriterien und Punktzahlen beim Erlernbarkeitsversuch)
- Tab.2. Subjektive Angaben der Versuchspersonen (Erlernbarkeitsversuch)

Abb.1. Holger Nielsen:



1 a) Lagerung



1 b) Ausatmung



1 c) Einatmung

Abb. 2. Silvester



2 a) Lagerung



2 b) Ausatmung



2 c) Einatmung

Abb. 3. Thomsen:



3 a) Lagerung



3 b) Ausatmung



3 c) Einatmung

Abb.4. Mund-zu-Mund:



4 a) Einatmung



4 b) Ausatmung

Abb. 5. Mund-zu-Nase:



5 a) Einatmung

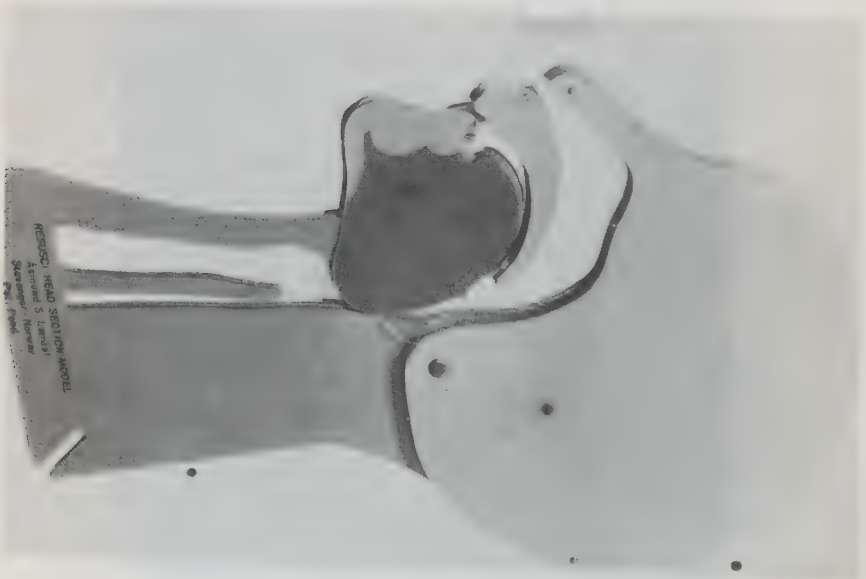


5 b) Ausatmung

Abb. 6.



6 a) Mittellage des Kopfes an der Versuchsperson

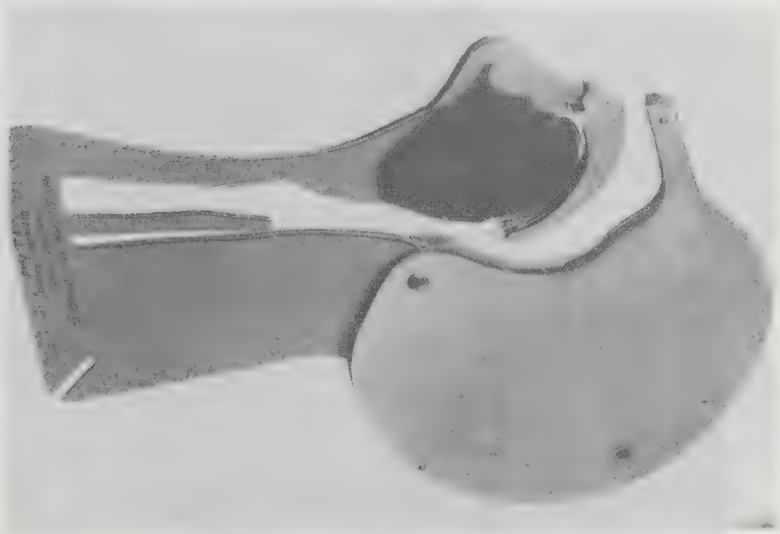


6 b) Mittellage des Kopfes am Kopfschnittmodell

Abb. 7.



7 a) Hyperextension des Kopfes an der Versuchsperson



7 b) Hyperextension des Kopfes am Kopfschnittmodell

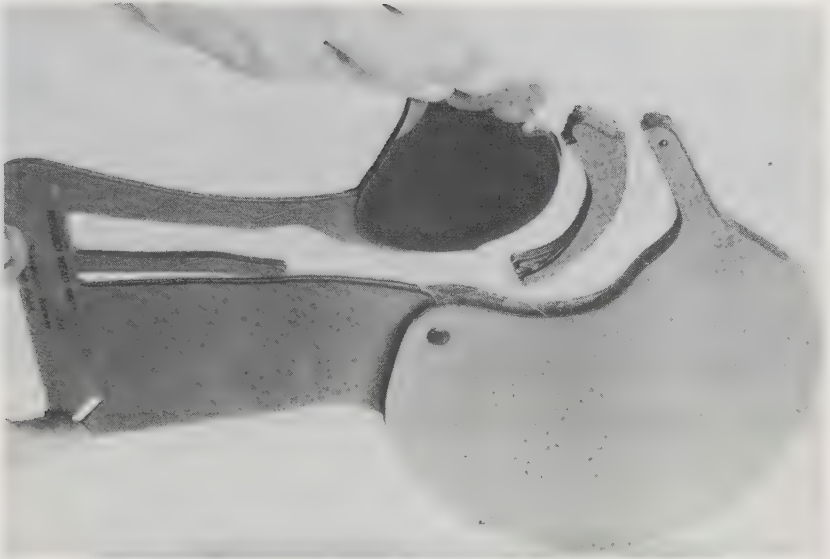
Abb.8.



8 a) Hyperextension des Kopfes u. Vorziehen des Kinns mit geschlossenem Mund (bei Mund-zu-Nase) an der Versuchsperson



8 b) Hyperextension des Kopfes u. Vorziehen des Kinns mit offe-



8 c) Hyperextension des Kopfes u. Vorziehen des Kinns am Kopfschnittmodell



Abb. 9. Ambu-Phantom nach Ruben und Hesse (Dänemark)



Abb.10. Resusci-Anne nach Asmund Laerdal und Lind (Norwegen)



Abb.11. Stabile Seitenlagerung (auch NATO-Lagerung genannt)

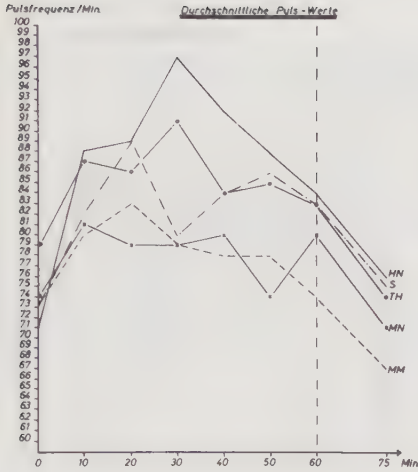
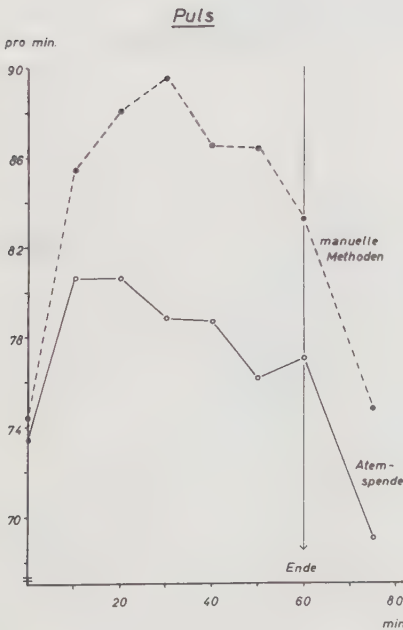


Abb.12.

Durchschnittliche Pulswerte
(Belastungsversuch)

a) Bei allen 5 Methoden (HN = Holger Nielsen, S = Silvester, TH = Thomsen, MN = Mund-zu-Nase, MM = Mund-zu-Mund)

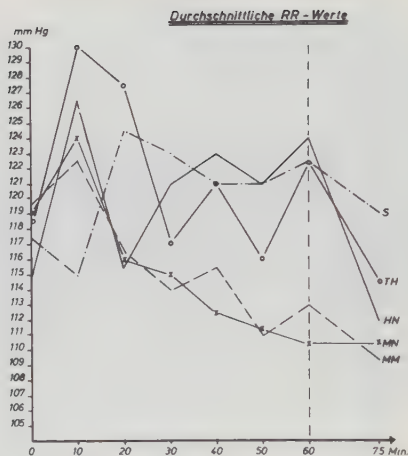


b) Bei Atemspende und manuellen Methoden

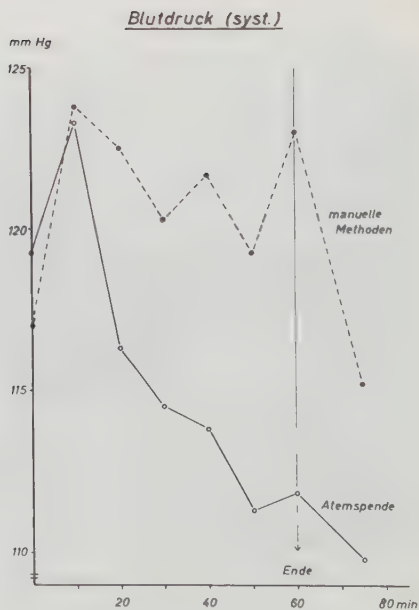
Abb.13.

Durchschnittliche systolische
Blutdruckwerte (Belastungsversuch)

a) Bei allen 5 Methoden
(Abkürzungen vgl. Abb.12)



b) Bei Atemspende und
manuellen Methoden



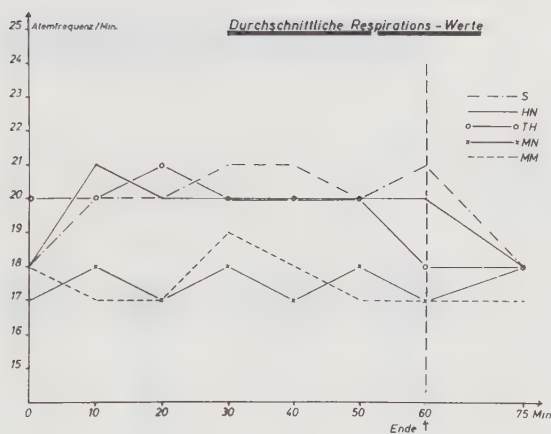


Abb.14. Durchschnittliche Atemfrequenz
(Belastungsversuch) bei allen 5 Methoden
(Abkürzungen vgl. Abb.12)

Abb.15. Durchschnittliche Temperaturdifferenzen (Belastungsversuch)

Durchschnittliche Temperaturdifferenzen

a) Bei allen 5 Methoden
(Abkürzungen vgl.
Abb.12)



TEMPERATURSTEIGERUNG

b) Bei Atemspende und
manuellen Methoden

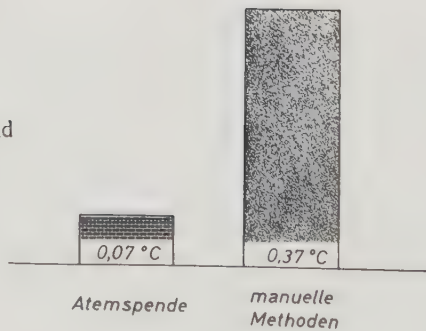
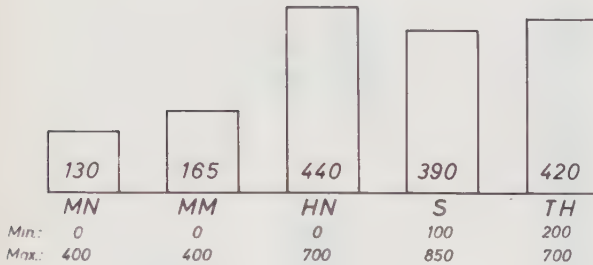


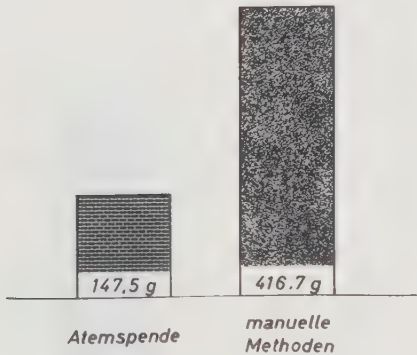
Abb.16. Durchschnittliche Gewichts differenzen (Belastungsversuch)

Durchschnittliche Gewichtsabnahme (gr.)



a) Bei allen 5 Methoden
(Abkürzungen vgl. Abb.12)

GEWICHTSVERLUST



b) Bei Atemspende und
manuellen Methoden

BEWERTUNG

(in % der erreichbaren Punkte)

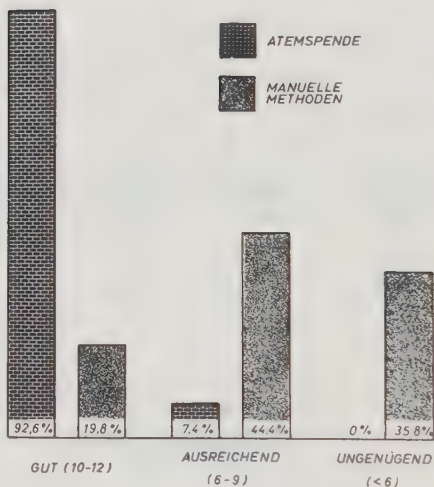


Abb.17.
Bewertung in Prozent
der erreichbaren Punkte
(Erlernbarkeitsversuch)

FEHLER

(in % der möglichen Fehler)

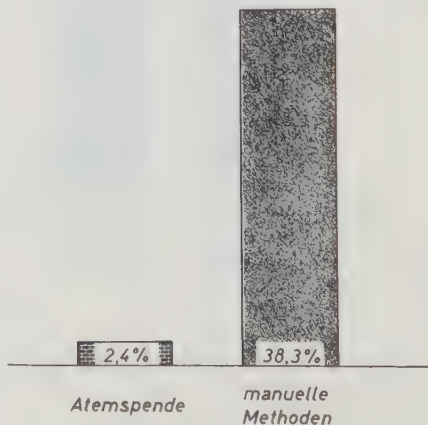


Abb.18.
Fehler in Prozent der
möglichen Fehler
(Erlernbarkeitsversuch)

BEWERTUNGSTABELLE — KRITERIEN UND PUNKTZAHLN

MUND-ZU-NASE	MUND-ZU-MUND	HOLGER NIELSEN	SILVESTER	THOMSEN
REKLINATION DES KOPFES 4	REKLINATION DES KOPFES 4	SEITLAGERUNG UND REKLINATION DES KOPFES 3	RÜCKENPOLSTER UND KOPF-LAGERUNG 3	RÜCKENPOLSTER UND KOPF-LAGERUNG 3
VORZIEHEN DES UNTERKIEFERS 3	VORZIEHEN DES UNTERKIEFERS 3	LIEGENBLEIBEN VON KOPF UND HÄNDEN BEI INSPIRATION 3	TIEFES HERUMZIEHEN DER ARME 2	HOCHLAGERUNG DER ARME 2
ABDICHTEN DER NASE 2	ABDICHTEN DER NASE 2	DRUCKSTELLE 1	FASSEN AM ELLENBOGEN 2	DRUCKSTELLE 1
ABDICHTEN DES MUNDDES 2	ABDICHTEN DES MUNDDES 2	HANDHALTUNG 1	DRUCKSTELLE 1	HANDHALTUNG 1
TEMPO 1	TEMPO 1	VERLAGERUNG DES KÖRPERGEWICHES 1	GEKREUZTE UNTERARME 1	SEITLICHER DRUCK 1
		GESTRECKTE ARME 1	GESTRECKTE ARME 1	GEBEUGTE ARME 1
		WENDEN, KLOPFEN ZWISCHEN SCHULTERBLÄTTER 1	VERLAGERUNG DES KÖRPERGEWICHES 1	SCHNELLES LOSLASSEN 2
		TEMPO 1	TEMPO 1	TEMPO 1

Tab.1. Bewertungstabelle (Kriterien und Punktzahlen beim Erlernbarkeitsversuch)

METHODE	SUBJEKTIVE ANGABEN		
	Methode der Wahl	Leichteste Methode	Schwerste Methode
MUND - ZU - NASE	6	10	1
MUND - ZU - MUND	17	13	1
HOLGER NIELSEN	1	0	13
SILVESTER	3	2	11
THOMSEN	0	2	1
SUMME	27	27	27

Tab.2. Subjektive Angaben der Versuchspersonen (Erlernbarkeitsversuch)

An dieser Stelle möchte ich dem Direktor des Institutes für Anaesthesiologie, Professor Dr. R. Frey, und seinem Oberarzt, Privatdozent Dr. H. Nolte, für die Stellung des Themas sowie für die Unterstützung bei der Durchführung der Experimente und für die freundliche Beratung, die sie mir zuteil werden ließen, meinen herzlichen Dank aussprechen. Dem Direktor des Instituts für Medizinische Statistik und Dokumentation, Professor Dr. Dr. S. Koller, und seinem Mitarbeiter, Herrn Dr. J. Dudek, danke ich für ihre Hilfe in allen statistischen Fragen bei der Planung und Auswertung meiner Versuche; Herrn Kilian und Herrn Breitlauch für die Herstellung der Tabellen und Abbildungen.

Auch dem Chef der Feldjägerschulungskompanie 712 der Bundeswehr, Herrn Hauptmann Zillien, und seinen Soldaten, die sich mir als Versuchspersonen zur Verfügung gestellt haben, sei hier gedankt.

Der Stiftung Volkswagenwerk danke ich für die finanzielle Unterstützung.

LEBENS LAUF

Am 24. Januar 1942 wurde ich, Thomas Flöter, als Sohn des Dr. rer. pol. Willi Flöter und seiner Ehefrau Marie-Luise, geb. Haude, in Berlin geboren.

Dort ging ich von Herbst 1947 bis Herbst 1951 in die Volksschule und bis Februar 1952 in den altsprachlichen Zweig der Schadow-Schule. Ich zog mit meinen Eltern 1952 nach Wiesbaden; hier besuchte ich ab Ostern 1952 die Diltheyschule (altsprachliches Gymnasium) und bestand März 1961 die Reifeprüfung.

Im Sommer-Semester 1961 immatrikulierte ich mich in der Medizinischen Fakultät der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, August 1963 bestand ich hier das Physikum. Das Wintersemester 1963/64 studierte ich in Wien, ab Sommersemester 1964 war ich wieder in Mainz immatrikuliert und beendete hier am 17. Juli 1967 das Staatsexamen.

